

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

СТОРОЖУК ОЛЕКСІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ

УДК 631.5

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОЇ
ПШЕНИЦІ З МОДЕРНІЗАЦІЄЮ МАШИНИ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ І
ТРАНСПОРТУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ**

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр
кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання
ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело
_____ Сторожук О.О.

Керівник роботи
Савченко В.М.
к.т.н., доцент

Житомир – 2023

АНОТАЦІЯ

Сторожук Олексій Олександрович. Удосконалення технології вирощування озимої пшениці з модернізацією машини для внесення і транспортування мінеральних добрив. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2023.

В кваліфікаційній роботі розроблена перспективна технологія та підібрано комплекс машин для вирощування озимої пшениці.

Аналізуючи варіанти подачі ланцюгово-прутковими транспортерами матеріалу до шнека-змішувача, доходимо висновку, що нерівномірність розподілу компоненти в міжвиткових просторах шнека залежить від його діаметра, частоти обертання, кроку витків, а також кроку і швидкості руху живильних транспортерів.

Параметри ланцюжково-пруткових живильних транспортерів узгоджено з параметрами шнека-змішувача, таким чином, щоб за час переміщення прута живильного транспортера на відстань, що дорівнює кроку, шнек робив ціле число обертів. Ця умова забезпечить безперервне і рівномірне укладання змішуваних компонентів між витками шнека і в кінцевому підсумку отримання якісних змішаних добрив.

Техніко-економічна оцінка розробленої машини показала, що знижується трудомісткість операції, підвищується продуктивність праці, знижуються питомі приведені витрати.

Ключові слова: озима пшениця, транспортування, мінеральні добрива, технологія, модернізація.

ANNOTATION

Oleksii Storozhuk. Improving the technology of winter wheat cultivation with the modernization of a machine for applying and transporting mineral fertilizers. – Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualification work for obtaining a bachelor's degree in the specialty 208 – Agricultural Engineering. – Polissya National University, Zhytomyr, 2023.

In the qualification work, we developed a promising technology and selected a set of machines for growing winter wheat.

Analyzing the options for feeding the material to the auger-mixer by chain-bar conveyors, we conclude that the uneven distribution of the component in the inter-turn spaces of the auger depends on its diameter, rotational speed, pitch of the turns, as well as the pitch and speed of the feed conveyors.

The parameters of the chain-and-bar feed conveyors are coordinated with the parameters of the mixer auger, so that the auger makes an integer number of revolutions during the movement of the feed conveyor rod over a distance equal to the pitch. This condition will ensure continuous and uniform stacking of the mixed components between the screw turns and, ultimately, the production of high-quality mixed fertilizers.

The technical and economic evaluation of the developed machine showed that the labor intensity of the operation is reduced, labor productivity is increased, and specific reduced costs are reduced.

Keywords: winter wheat, transportation, mineral fertilizers, technology, modernization.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ПЕРСПЕКТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ ТА КОМПЛЕКС МАШИН ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ.....	8
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК ОПЕРАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ.....	18
РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКА РОЗРОБКА.....	31
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	58

ВСТУП

Актуальність дослідження. Сучасне сільське господарство може бути ефективним, якщо воно базується на інтенсивних технологіях і перспективних засобах механізації для їх реалізації.

Першою передумовою отримання високих урожаїв є достатнє водопостачання рослин. Щоб гарантувати задоволення в підвищених вимогах до води, слід мінімізувати наземне випаровування і поверхневий стік і підвищувати водоутримувальну здатність ґрунту за рахунок збагачення органічною субстанцією. Це досягається тим, що обробіток ґрунту проводиться відразу після збирання врожаю попередника. Для луцення стерні використовують ротаційні борони, чизельні культиватори та дискові знаряддя. Використовуються також роторні культиватори, але вони енерговитратні й дорогі в застосуванні.

Важливе місце в технології обробітку сільськогосподарських культур посідає обробіток ґрунту, оскільки від якості його проведення значною мірою залежить рівень майбутньої врожайності. Суттєвим є також і те, що обробіток ґрунту – це один із найбільш трудозатратних та енергоємних процесів у рослинництві, на який припадає близько 40 % енергоспоживання та понад 25 % трудових витрат на обробіток сільськогосподарських культур. Аналіз структури цих витрат показує, що є великі резерви їх зниження.

Низькі ціни світового ринку на продукти сільського господарства, загальні аграрно-політичні умови та міжнародна конкуренція ставлять дедалі вищі вимоги до сільськогосподарських виробників. Економічність аграрних підприємств може гарантуватися в майбутньому тільки дуже високими врожаями і по можливості незначними витратами.

Скорочення інтенсивності обробітку ґрунту вважається істотним заходом щодо зниження виробничих витрат у рослинництві. З урахуванням зростаючих у всьому світі потреб і споживання енергії енерговитратний обробіток ґрунту не може вважатися перспективним і відповідати цим аспектам. Щоб зорати гектар

землі, потрібно плугом підняти, перевернути і розкришити близько 6 тис. т ґрунту. Що глибше проводиться обробіток ґрунту, то більше вимагається сили тяги і витрати палива і, крім того, втрачається цінний робочий час у вегетаційний період.

Виробництво с/г продукції для забезпечення продовольством України - головне завдання для підприємств зайнятих її здійсненням. Всі вони є частиною величезного агропромислового комплексу, куди входять не тільки с/г виробники, а й промислові підприємства, що займаються постачанням їх матеріально-технічними ресурсами, а також переробкою виробленої або готової продукції.

Здійснення цього можливе при застосуванні високотехнологічних і високопродуктивних машин і обладнання, застосуванні новітньої техніки і технологій обробітку.

Крім цього важливе значення має система застосовуваних мінеральних добрив і засобів захисту рослин. Норми внесення мають бути розраховані під плановану врожайність, із дробовим внесенням відповідно до технологічного процесу обробітку, а також з урахуванням потреби в них рослин. Під час внесення мінеральних добрив необхідно домагатися максимального ефекту від їх застосування з найменшими втратами під час внесення.

Мета роботи – розробка конструкції машини для внесення і транспортування мінеральних добрив.

Для реалізації поставленої мети у роботі необхідно вирішити такі **завдання**:

- Проаналізувати конструкцію існуючих прототипів машин для внесення і транспортування мінеральних добрив, виділити їх переваги і недоліки ;
- Провести модернізацію машини для внесення і транспортування мінеральних добрив.
- Розробити перспективну технологію вирощування озимої пшениці.

Об'єкт дослідження: технологічний процес транспортування та внесення мінеральних добрив.

Предмет дослідження: залежності функціонування модернізованої машини для внесення і транспортування мінеральних добрив.

Перелік публікацій за темою роботи:

1. Савченко С. В., Сторожук О. О. Огляд існуючих машин для внесення і транспортування мінеральних добрив. *Наукові читання–2023: матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики*. 19 квітня 2023 р. Житомир : Поліський національний університет, 2023. Т. 3. С. 118-126.

2. Савченко С.В., Сторожук О.О., Халимівський Я.О. Переобладнання ТЗУ-9 для внесення мінеральних добрив. *Збірник матеріалів IX Міжнародної науково-практичної конференції „Інноваційні технології в АПК”*. 7-8 червня 2023 року, м. Луцьк. С.

Практичне значення одержаних результатів. Практичний інтерес для підприємств АПК представляє модернізована машина для внесення і транспортування мінеральних добрив.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 17 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 59 сторінок комп'ютерного тексту, містить 24 рисунки та 3 таблиці.

РОЗДІЛ 1

ПЕРСПЕКТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ ТА КОМПЛЕКС МАШИН ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

1.1. Існуюча технологія та система машин з обробітку та збирання озимої пшениці в господарстві

На території області поширені здебільшого дерновопідзолисті ґрунти, представлені легкими моренними суглинками, підстилають їх моренні суглинки, місцями піски, різного ступеня зволоження. На цих ґрунтах і вирощують озиму пшеницю.

Озиму пшеницю вирощують здебільшого після конюшини однорічного використання, кукурудзи на зелений корм і силос, бобово-злакових сумішей на зелений корм, багаторічні трави після першого укосу, озимого ріпаку.

Обробіток ґрунту залежить від попередника. Після конюшини, що використовується з одним укосом першого або другого років користування, починають обробіток ґрунту з оранки плугом ППП-7-40. Після оранки закладають розвальні борозни, використовуючи для цього свальну секцію дискової борони БДТ-3. За однорічного використання конюшини знімають, як правило, два укоси або замість другого укосу проводять випасання худоби. У цьому разі залишається мало часу для природного ущільнення ґрунту, тому з метою зниження енерговитрат і створення певної щільності ґрунту та вирівняності його поверхні оранку проводять плугами з передплужниками з одночасним накочуванням секцією кільчасто-шпорових котків.

На ґрунтах із потужною дерниною перед оранкою проводять дискування важкою дисковою бороною, що поліпшує якість оранки. Якщо використовується конюшино-злакова суміш, то на другий рік користування утворюється дернина, тож після основного обробітку ґрунту перед висіванням застосовують дискові знаряддя або комбіновані агрегати АКШ-6 та АКШ-7,2.

Мета передпосівної підготовки ґрунту - його розпушення до дрібнуватого стану та вирівнювання. Її виконують під кутом до основного обробітку з човниковим рухом агрегату. Передпосівне лушення стерні БДТ-7. Якісно підготовлене для посіву поле має бути вирівняним і містити в обробленому шарі ґрунтові грудочки розміром від 1 до 5 см. Відхилення глибини обробітку ґрунту від заданої не повинно перевищувати ± 1 см. Необхідно дотримуватися перекриття (15-20 см.) між суміжними проходами. Ці прийоми скорочують втрату вологи і покращують якість посіву - насіння висівається більш рівномірно і на задану глибину.

Високі стійкі врожаї хорошої якості, особливо зерна хлібопекарського призначення, можна одержати за сумісного застосування органічних і мінеральних добрив. Органічні добрива під час вирощування озимої пшениці не вносять. Як основне добриво використовують мінеральні добрива (фосфорні 99, калійні 116 і азотні 52), які посилюють ріст і розвиток рослин, підвищують їхню зимостійкість.

Висівають сорти, що мають високу потенційну врожайність, скоростиглість, стійкість до шкідників і хвороб, вилягання, несприятливих умов довкілля, придатність до механізованого збирання - "Легенда", "Сюїта", "Кобра", "Копилянка".

Норма висіву насіння озимої пшениці становить 0,21 т/га, глибина загортання насіння - 4-5 см, висівання проводять суцільним рядовим способом, ширина міжрядь - 15 см. Для посіву використовують трактор FENDT-936+ HorschPronto. При посіві залишають технологічну колію.

Після посадки через 7 днів проводимо хімпрополку "Марафон".

Перше підживлення проводять навесні, якомога раніше, коли рослини рушили в ріст (фаза кущіння). Це підживлення проводиться машиною УЕСМ Роса.

Потім через місяць обробляють посіви проти вилягання мікроелементами Хлормекват-Хлорид (1,2 кг/га), Акварін (2 кг/га), Феразим (0,6 кг/га), Купорос

мідний (0,2 кг/га), Маргонець сірчаноокислий (0,23 кг/га). Виконується машиною Dammann DT 2000 Н.

Друге підживлення, у фазі виходу в трубку, проводять з урахуванням листової і тканинної діагностики. Добрива Карбомід (100 кг/га) вносяться по полю, робота виконується по технологічній колії. Проводиться машиною Беларус-820 + Bogballe.

Потім через 10 днів після підживлення проводять 1-шу обробку посівів від хвороб мікроелементами Фолікур (1 кг/га), Фастак (0,1 кг/га), Купорос мідний (0,2 кг/га), Маргонець сірчаноокислий (0,23 кг/га). Проводиться машиною Dammann DT 2000 Н.

Приблизно через 20 днів проводять 2-й обробіток від хвороб мікроелементами Фалькон (0,5 кг/га). Проводиться машиною Dammann DT 2000 Н.

Третє підживлення роблять приблизно 20.06. Добрива Карбомід (70 кг/га) вносяться по полю, робота виконується по технологічній колії. Проводиться машиною Беларус-820 + Bogballe.

Перед збиранням проводять дефоліацію, Раундал (3 кг/га), Проводиться машиною Беларус-820 + ОП-2000.

Озиму пшеницю прибирають однофазним способом. Пряме комбайнування проводиться у фазі повної стиглості, при вологості зерна 16-20% (КЗС-1218).

1.2. Досягнення науки та передових технологій при вирощуванні озимої пшениці.

Різноманітність пшениць, представлена 22 видами, диференціюється за своїм хромосомним набором у соматичних клітинах на п'ять груп, з яких найбільший практичний інтерес становлять три.

Перша група включає в себе чотири види з диплоїдним набором хромосом ($2n=14$), представником якої є Tr. Monococcum (однозернянка плівчаста).

Друга група включає в себе одинадцять видів тетраплоїдів з набором хромосом ($2n=28$), представниками якої є *Tr. durum* (тверда пшениця), *Tr. turgidum* (пшениця тургідна) та ін.

До третьої групи увійшли гексаплоїдні пшениці з набором хромосом ($2n=42$), представником якої є *Tr. aestivum* (м'яка пшениця). На її основі створено більшість нині районованих сортів озимого та ярого способу життя. Даний вид пшениці має добру адаптацію (пристосованість) до несприятливих умов зростання, формує високу врожайність за доброї та відмінної якості продукції і краще за інші види відповідає вимогам інтенсифікації сільськогосподарського виробництва. Досить зазначити, що виведені в ґрунтово-кліматичних умовах України сорти озимої м'якої пшениці (нерідко) забезпечують врожайність на рівні 6,0-7,0 т/га високоякісного зерна і це далеко не межа. У селекційних програмах багатьох науково-дослідних установ поставлено завдання - створити сорти озимої пшениці з потенційною врожайністю 8,5-9,0 т/га.

Зерно озимої пшениці за своєю поживною цінністю, легкою засвоюваністю організмом людини перевершує всі інші зернові культури, зерно використовують для одержання крохмалю, спирту, одержання борошна, яке використовують у хлібопеченні та в чомусь іншому.

Солому використовують як грубий корм на підстилку худобі, для виготовлення високоякісного паперу, матів, кошиків, капелюхів, будівельного матеріалу.

Значних успіхів у селекції озимої пшениці в Україні досяг селекціонер І.К. Коптик. Ним було створено і впроваджено в сільськогосподарське виробництво такі сорти озимої пшениці, як Березина, Надзея, Сузір'я, Пошук, Копилянка та ін. Ці сорти в різні роки набули значного поширення в сільськогосподарському виробництві і на сьогоднішній день займають основні площі посіву під цією культурою в Україні.

Виконуючи завдання цільової комплексної науково-технічної програми "Зерно", аграрії останніми роками створили та передали в державне

випробування високопродуктивні сорти озимої пшениці продовольчого призначення: Гармонія, Коровай, Гродненська 23, Гродненська 7, Веда-Заариця, Аріна та ін. Окремі з них (Гармонія, Коровай, Веда, Гродненська 23, Гродненська 7, Легенда, Билина) вже районовані й широко впроваджуються в сільськогосподарське виробництво.

1.3. Обґрунтування комплексу агротехнічних, технологічних та організаційних заходів щодо перспективних технологій вирощування озимої пшениці в.

Підбиваючи підсумок наявної технології з обробітку озимої пшениці, видно, що всі операції виконуються в строки, техніка перебуває у справному стані, від чого і плановані врожайності.

Посів проводимо сівалкою HorschPronto, що дає змогу поліпшити якість посіву, знизити витрати праці, прискорити виконання процесу, а також як посівний матеріал використовувати нові перспективніші сорти насіння.

Збирання проводиться комбайнами КЗС-1218. Це дає змогу швидше провести збирання в оптимальні агротерміни.

Відвезення зернового вороху здійснюється автомобілями МАЗ-555142, їх використання дає змогу здійснювати механізоване розвантаження, тим самим підвищуючи продуктивність.

1.3.1. Прогнозування врожаю

Урожайність сільськогосподарських культур на різних за своїм механічним складом ґрунтах залежить від рівня їхньої ефективної родючості, кількості внесених добрив, загального рівня агротехніки. Науковою основою прогнозування врожайності сільськогосподарських культур на різних ґрунтах є бали бонітету. Для кожного ґрунту вони визначаються за оцінною шкалою з урахуванням поправок на агротехнологічний стан оцінюваного об'єкта та кліматичні умови території. Прогнозована врожайність (Y_n) визначається як

доданок, зумовлений ефективною родючістю ґрунту та можливою надбавкою від внесення мінеральних і органічних добрив за формулою:

$$y_{\Pi} = \frac{(B_{\text{м}} \cdot \text{Ц}_{\text{б}} \cdot K) + (D_{\text{м.у}} \cdot O_{\text{м.у}}) + (D_{\text{о.у}} \cdot O_{\text{о.у}})}{100} \quad (1.1)$$

де $B_{\text{м}}$ – бал угіддя після проведення меліорації та освоєння;

$\text{Ц}_{\text{б}}$ – ціна бала, кг/га продукції;

K – поправочний коефіцієнт до ціни бала; $K = 0,92$.

$D_{\text{м.д}}$ – доза мінеральних добрив у діючій речовині, кг/га;

$O_{\text{м.д}}$ – оплата мінеральних добрив приростом урожаю, кг на 1 кг NPK;

$D_{\text{о.д}}$ – доза органічних добрив, т/га;

$O_{\text{о.д}}$ – оплата органічних добрив урожаєм, кг на 1 т;

100 – коефіцієнт переведення кілограмів у центнери продукції.

Урожайна ціна бала – це частка продукції, що припадає на 1 бал ґрунту. В умовах України для програмування продуктивності земель ціна бала встановлена в розмірі: для зернових культур – від 21 до 36 кг/бал, картоплі – від 150 до 248, кукурудзи – від 114 до 166, однорічних трав – від 159 до 243 кг/бал.

Після визначення проєктного врожаю за рахунок родючості ґрунтів визначають надбавки врожаю від внесених мінеральних і органічних добрив. Норми мінеральних добрив встановлюються на основі технологічних карт. Окупність мінеральних і органічних добрив являє собою приріст продукції від внесення 1 кг NPK або 1 тонни органіки.

За шкалою оціночних балів з урахуванням поправочних коефіцієнтів на агротехнологічний стан, окультуреність і кліматичні умови середньозважений бал ґрунту становить 28. Ціна бала для озимого тритикале дорівнює 48 кг. Фактично планується в господарстві внести 220,0 кг діючої речовини мінеральних добрив. Приріст урожаю від внесення 1 кг мінеральних добрив становить 7,8 кг зерна. Під озимий тритикале планується внести органічних добрив у розмірі 25 т/га. Приріст урожаю від внесення 1 т органічних добрив становить 23 кг зерна. Таким чином, проєктний рівень урожайності (ц/га) озимої тритикале становитиме:

$$y_{\Pi} = \frac{(28 \cdot 48 \cdot 0,92) + (220 \cdot 7,8) + (25 \cdot 23)}{100} = 40 \text{ ц/га}$$

1.3.2 Розроблення інтенсивної технології вирощування та збирання озимої пшениці.

Початковою інформацією для розроблення технологічної карти є: умови використання техніки в господарстві, попередник, норми і строки внесення добрив, хімічні засоби захисту рослин, урожайність продукції, дальність перевезення вантажів.

Із цією метою складаємо зведену таблицю виробничих операцій, до графі 1 якої в календарній послідовності з січня по грудень уносять усі сільськогосподарські роботи, включно зі стаціонарними, навантажувально-розвантажувальними, транспортними, з обслуговування тваринницьких ферм та іншими роботами, що виконуються машинотракторним парком.

Операції, що мають однакові найменування в технологічних картах, але відрізняються агротехнічними вимогами, слід розглядати як різні. Кожну з них необхідно внести до переліку операцій, відображаючи в найменуванні їхню відмінність, наприклад: "Ранньовесняна культивування (10-12 см) з одночасним боронуванням", "Передпосівна культивування (8-10 см) з одночасним боронуванням" тощо.

Обсяг робіт (гр. 2) визначаємо за кожною технологічною операцією, виходячи з площі обробітку, планованих норм висіву насіння, добрив, збирання основної та побічної продукції, відстані перевезень.

Календарний строк проведення робіт (гр. 3) визначається багаторічною практикою виробництва даних культур у господарстві. Своєчасність і якість виконання операцій суттєво впливають на врожайність сільськогосподарських культур. Технологічні операції починаємо за такого стану оброблюваного матеріалу, коли забезпечується найкраща якість роботи.

Початок виконання робіт у кожному господарстві встановлюється агрономом з урахуванням стану ґрунту опрацьовуваного матеріалу.

Кількість робочих днів (гр. 11) не повинна перевищувати строків проведення польових робіт у днях, установлених науковими установами даної зони (додаток 3).

Кількість робочих днів фактичних (гр. 11) можна визначити за формулою:

$$D_p = D_k K_{\text{тг}} K_{\text{им}}, \quad (1.2)$$

де D_k – календарний агротермін (гр. 3) днів;

$K_{\text{тг}}$ – коефіцієнт технічної готовності агрегату;

$K_{\text{им}}$ – коефіцієнт використання часу за метеоумовами.

При $K_{\text{им}} \leq 0,8$ $K_{\text{тг}} = 1,0$, а при $K_{\text{им}} > 0,8$ $K_{\text{тг}} = 0,95$

З іншого боку $D_p = D_p^{\text{опт}}$, где $D_p^{\text{опт}}$ – оптимальний термін роботи за рекомендаціями вчених і виробничого досвіду роботи.

Тривалість робочого дня приймаємо за режимом, установленим для даного господарства. Розрахункова тривалість зміни в сільському господарстві 7 годин, а при роботі з отрутохімікатами - не більше 6 годин. Залежно від виду робіт і конкретних умов число годин роботи обираємо з таким розрахунком, щоб у денний і нічний час можна було виконувати основний і передпосівний обробіток ґрунту, а посів, догляд за посівами, збирання, внесення добрив - протягом світлового дня. Тривалість робочого дня для допоміжних агрегатів (навантажувачів, заправників, технологічного транспорту) встановлюємо виходячи з тривалості робочого дня основного агрегату.

До складу агрегату (гр. 6, 7) включаємо машини з найбільшою продуктивністю, що забезпечують високу якість робіт і мінімальні витрати праці та коштів на виконання механізованих робіт.

Кількість механізаторів і допоміжних робітників для обслуговування однієї с.г. машини (гр. 9 і 10) береться за нормативами.

Обсяг робіт на агрегат зазначаємо в тому випадку, коли за умовами роботи планується використання двох або декількох типів агрегатів на одній операції. Сума обсягів робіт на агрегати має дорівнювати загальному обсягу роботи (гр. 5) на операцію.

Продуктивність агрегату за зміну і витрату палива на одиницю обсягу робіт (гр. 13, 24), норми виробітку беремо в господарстві.

Наведемо приклад розрахунку складу агрегату - БЕЛАРУС-1221+ТЗУ-9.

За зміну агрегат робить виробіток еквівалентний 220 т, витрата палива при цьому становить 1,07 кг/га. Обслуговування даного агрегату здійснює тракторист. Кількість робочих днів приймаємо рівною 2.

Число нормозмін (гр. 14) на виконання заданої роботи:

$$N_{\text{см}} = U_{\text{ф}} / W_{\text{смн}} , \quad (1.3)$$

Де $U_{\text{ф}}$ – обсяг робіт на агрегат даного типу, га, т, ткм (гр. 5).

$$N_{\text{см}} = 220 / 74,9 = 2,9$$

Потребувана кількість агрегатів (гр.8):

$$n_{\text{а}} = U_{\text{ф}} / (D_{\text{р}}^{\text{опт}} W_{\text{см}} K_{\text{см}}), \quad (1.4)$$

де $K_{\text{см}} = T_{\text{сут}} / T = T_{\text{сут}} / 7$ – коефіцієнт змінності;

$T_{\text{сут}}$ – число годин роботи МТА на добу, год;

$$T_{\text{сутф}} = 7 U_{\text{ф}} / n_{\text{ф}} D_{\text{р}} W_{\text{см}} , \text{ год} \quad (1.5)$$

$$n = 220 / (2 \cdot 74,9 \cdot 1) = 2,7 \text{ приймаємо} = 3$$

Отримане число округляємо до найближчого більшого цілого числа $n=1$ і заносимо в (гр.8)

Необхідне число механізаторів і допоміжних робітників за роботами розраховуємо за формулами:

$$\sum m = n_{\text{аф}} m \quad (1.6)$$

$$\sum n = n_{\text{аф}} n , \quad (1.7)$$

де m , n – кількість механізаторів і допоміжних робітників, які обслуговують агрегат, чол. (гр. 9, 10).

Витрату палива (кг) на весь обсяг робіт (гр. 25), визначаємо як добуток питомої витрати палива (гр. 24) на обсяг роботи (гр. 5) зведеної відомості:

$$Q = \theta U_{\text{ф}} , \quad (1.8)$$

де θ – витрата палива на одиницю роботи, кг/га (т, ткм).

$$Q = 1,07 \cdot 220 = 235,4 \text{ кг}$$

Витрати праці (год) визначаємо на весь обсяг роботи за кожною операцією окремо для механізаторів (гр. 19) і допоміжних робітників (гр. 20):

$$З_{\text{м}} = 7 N_{\text{см}} m, \quad (1.9)$$

$$З_{\text{в}} = 7 N_{\text{см}} n, \quad (1.10)$$

де m, n – кількість нормозмін механізаторів і допоміжних працівників.

$$З_{\text{м}} = 2,9 \cdot 7 = 20,6 \text{ час.}$$

Заробітна плата (гр.21) розраховується за формулою:

$$З_{\text{пл}} = З_{\text{см}} N_{\text{н.см}}, \quad (1.11)$$

де $З_{\text{см}}$ - оплата праці за змінну норму виробітку;

$N_{\text{н.см}}$ - кількість нормозмін.

$$З_{\text{пл}} = 24822 \cdot 2,9 = 72908 \text{ грн.}$$

Витрати на ПММ (гр.26):

$$З_{\text{гсм}} = Q \text{Ц}_{\text{к}}, \quad (1.12)$$

Висновки по розділу

В першому розділ кваліфікаційної роботи розроблена перспективна технологія та підібрано комплекс машин для вирощування озимої пшениці. Результати представлені в додатку А.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНОК ОПЕРАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ

Для розробки операційно-технологічної карти на виконання операції внесення мінеральних добрив визначаємо основні умови роботи агрегату БЕЛАРУС-1221+РМУ-8000.

Площа посіву кукурудзи становить – 400га;

довжина гону – 1000 м;

ухил місцевості - 2 %.

Агротехнічні вимоги до внесення мінеральних добрив

Мінеральні добрива необхідно вносити у встановлені агротехнічні строки, дотримуючись визначених норм. Допускається відхилення фактичної норми внесення від заданої в межах $\pm 5\%$ – $\pm 10\%$. Нерівномірність розподілу добрив або їхніх сумішей машинами зі штанговими робочими органами не повинна перевищувати $\pm 15\%$. Розриви смуг добрив між суміжними проходами агрегатів не допускаються, а перекриття в зоні стику суміжних проходів повинне бути не менш як 5% ширини захвату агрегату. Час між внесенням добрив та їхнім закладенням у ґрунт не має перевищувати 12 годин. Особливо це актуально для азотних добрив.

Комплектування агрегатів для посіву

Завдання комплектування МТА в роботі ставиться таким чином - для заданого складу агрегату визначити робочу передачу трактора, забезпечивши його раціональне завантаження в інтервалі агротехнічно допустимих швидкостей.

Попередньо приймається ряд передач трактора, аналізуючи зону його раціонального тягового завантаження за потенційною тяговою характеристикою з урахуванням діапазону агротехнічно допустимих швидкостей: 8...12 км/год - для внесення мінеральних добрив.

Таблиця 2.1 – Параметри потенційної тягової характеристики трактора "БЕЛАРУС-1221"

Режим експлуатації	Показники	Передачі					
		Ід 3п	Ід 4п	ІІд1п	ІІд 2п	ІІд 3п	ІІд 4п
$P_{кр}=0$	V_x , км/год	7,4	8,4	9,12	10,1	12,2	14,7
	$G_{тх}$, кг/год	7,7	7,8	8,1	8,3	8,9	9,5
$P_{крн}$	$P_{крн}$, кН	38,4	33,8	308	27,0	21,4	16,8
	$N_{крmax}$, кВт	52,5	55,7	57,6	59,4	60,4	59,7
	$V_{рн}$, км/год	4,9	5,8	6,6	7,8	10,2	12,7
	δ , %	29,5	23,7	20,4	16,1	11,1	7,5
	$G_{тн}$, кг/год	21,7	21,6	21,8	21,7	21,6	21,7

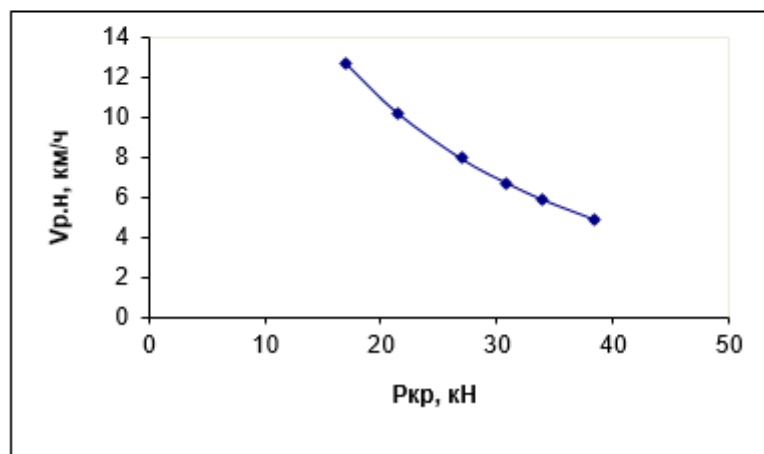
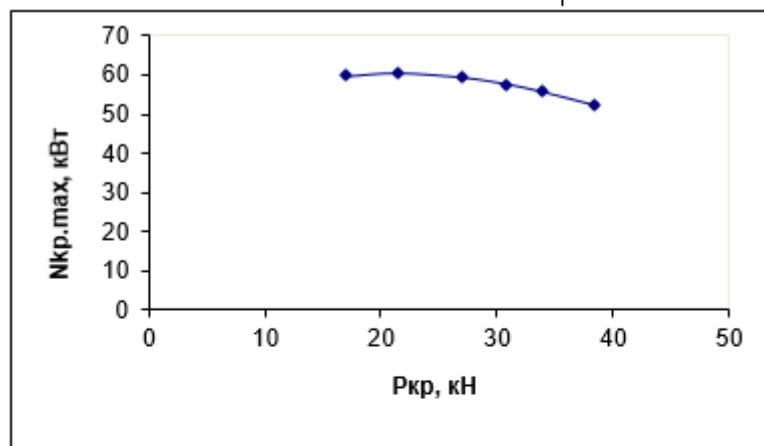


Рис. 2.1. Потенційна тягова характеристика трактора.

Приймаємо ІІд3

Для обраної попередньо передач визначається:

загальний тяговий опір агрегату, (кН)

$$R_a = R_m + R_{пр},$$

де R_m - тяговий опір машин (кН);

$R_{пр}$ - приведений тяговий опір робочих машин, пов'язаний із втратою тягового зусилля за рахунок передання частини потужності двигуна на привід механізмів машин, кН.

Визначаємо тяговий опір машини:

$$R_m = (G_m + G_{гр}) \cdot \left(\lambda \cdot f_{тр} + \frac{i}{100} \right), \quad (2.1)$$

де G_m – вага машини, $G_m=10,8$ кН;

$G_{гр}$ – вага вантажу, кН ($G_{гр}=3,5 \cdot 9,81=34,3$ кН);

λ - коефіцієнт, що враховує величину довантаження трактора під час роботи з причіпними машинами ($\lambda=1,5$);

$f_{тр}$ - коефіцієнт опору коченню трактора, $f_{тр}=0,2$

i - ухил у напрямку руху, (2%)

$$R_m = (10,8 + 34,3) \cdot \left(1,5 \cdot 0,2 + \frac{2}{100} \right) = 14,4 \text{ кН}$$

Визначаємо опір, пов'язаний із втратою тягового зусилля за рахунок приводу ВВП:

$$R_{пр} = \frac{10 \cdot N_{ввп} \cdot i_{тр} \cdot \eta_{мг}}{r_k \cdot n_H \cdot \eta_{ввп}}, \quad (2.2)$$

де $N_{ввп}$ - потужність, що передається через ВВП трактора, кВт;

$i_{тр}$ - передавальне число трансмісії на передачі; $i_{тр}=54,4$;

$\eta_{мг}$ - механічний ККД трансмісії, $\eta_{мг}=0,82$;

r_k - радіус кочення ведучого колеса, м;

n_H - номінальна частота обертання колінчастого вала двигуна, $n_H=2100$ об/хв;

$\eta_{ввп}$ - механічний ККД передачі від двигуна до ВВП, $\eta_{ввп}=0,95$.

Визначаємо радіус кочення ведучого коле:

$$r_k = r_0 + h_{ш} \cdot \lambda_0, \quad (2.3)$$

де r_0 - радіус обода колеса, $r_0=0,483$;

$h_{ш}$ - висота шини, $h_{ш}=0,392$;

λ_0 - коефіцієнт осідання шини, $\lambda_0=0,8$.

$$r_k = 0,483 + 0,392 \cdot 0,8 = 0,79\text{м}$$

Тоді:

$$\text{Шд3п } R_{np} = \frac{10 \cdot 20 \cdot 54,4 \cdot 0,82}{0,79 \cdot 2100 \cdot 0,95} = 5,7\text{кН}$$

Тоді загальний тяговий опір агрегату:

$$\text{Шд3п } R_a = 5,7 + 14,4 = 20,1\text{кН}$$

Розраховуємо коефіцієнт використання номінального тягового зусилля та обирається робоча передача трактора:

$$\eta_t = \frac{R_a}{P_{кр.н} - G_{тр} \cdot i/100}, \quad (2.4)$$

$G_{тр}= 43,7$ кН – вага трактора.

$$\text{Шд 3п } \eta_t = \frac{20,1}{21,4 - 43,7 \cdot 2/100} = 0,87.$$

Розрахунок режимів роботи агрегатів.

Опір підгодівельного агрегату на холостому ходу (поворот наприкінці гону) проводиться за формулами:

$$R_{ax} = (G_M + G_{ГР}') \cdot (\lambda \cdot f_{тр} + i/100), \quad (2.5)$$

де $G_{ГР}'$ – вага бункера, заповненого наполовину.

$$G_{ГР}' = 0,5 \times G_{ГР} = 0,5 \cdot 34,3 = 17,2\text{кН}.$$

$$R_{ax} = (10,8 + 17,2) \cdot (1,5 \cdot 0,2 + 0,02) = 8,96\text{кН}.$$

Швидкість на робочому ходу:

$$V_p = V_x - R_a \times (V_x - V_{рн}) / P_{крн}, \quad (2.6)$$

$$V_p = 12,1 - 20,1 \times (12,1 - 10,2) / 21,4 = 10,32 \text{ км/год}.$$

Швидкість на холостому ходу без перемикування передачі:

$$V_{рх} = V_x - R_{ax} \times (V_x - V_{рн}) / P_{крн}, \quad (2.7)$$

$$V_{px}=12,1 - 8,96 \times (12,1 - 10,2)/21,4 = 11,31 \text{ км/год.}$$

Годинна витрата палива на обраній передачі проводиться з використанням формул.

на робочому ходу:

$$G_{тр}=G_x+R_a \times (G_{тн}-G_x)/P_{крн}, \quad (2.8)$$

$$G_{тр}= 8,8 + 20,1 \times (21,7 - 8,8)/21,4 = 20,9 \text{ кг/год,}$$

на холостому ходу:

$$G_{тх}=G_x+R_{ax} \times (G_{тн}-G_x)/P_{крн}, \quad (2.9)$$

$$G_{тх}= 8,8 + 8,96 \times (21,7 - 8,8)/21,4 = 14,2 \text{ кг/ч.}$$

Коефіцієнт використання максимальної тягової потужності:

$$\eta_{им} = \eta_i \cdot \frac{V_p}{V_{рн}}, \quad (2.10)$$

$$\eta_{им} = 0,87 \cdot \frac{10,32}{10,2} = 0,88$$

Тяговий ККД:

$$\eta_t = \frac{N_{кр}}{N_e}, \quad (2.11)$$

$$N_e = \frac{R_a + G_{тр} \cdot (f_{тр} + i/100)}{3,6 \cdot \eta_{тр} \cdot \eta_{\delta}} \cdot V_p, \quad (2.12)$$

де η_{δ} — ККД буксування трактора, $\eta_{\delta}=1-\delta/100 = 1 - 0,239 = 0,761$.

$$N_e = \frac{20,1 + 43,7 \cdot (0,2 + 2/100)}{3,6 \cdot 0,82 \cdot 0,761} \cdot 10,32 = 136,5 \text{ кВт},$$

$$N_{кр} = \frac{R_a \cdot V_p}{3,6}, \quad (2.13)$$

$$N_{кр} = \frac{20,1 \cdot 10,32}{3,6} = 57,62 \text{ кВт}$$

Тоді:

$$\eta_r = 57,62 / 136,5 = 0,42.$$

Максимальний тяговий ККД:

$$\eta_{r\max} = N_{\text{кр.пmax}} / N_{\text{ен}}, \quad (2.14)$$

$$\eta_{r\max} = 60,5 / 96 = 0,63$$

Коефіцієнт завантаження двигуна:

$$\eta_{\text{гу}} = \eta_{\text{им}} \cdot \eta_{\text{пм}}, \quad (2.15)$$

$$\eta_{\text{н}} = 0,63 \cdot 0,88 = 0,55$$

Показники скомплектованого МТА подаються в таблиці 1.2.

Таблиця 2.2 – Експлуатаційно-технічні показники агрегату

Показники	Значення показників
Склад агрегату	БЕЛАРУС– 1221+ +РМУ–8000
Конструктивна ширина захвату, м	12
Передача трактора: на робочому ходу	ІІД 3п
при повороті	ІІД 3п
Робоча швидкість, км/год	10,32
Швидкість на холостому ходу, км/год	11,31
Годинна витрата палива, кг/год: на роб. ходу	20,9
на холостому ходу	7,9
під час зупинки з працюючим двигуном	1,3
Коефіцієнт використання максимальної тягової потужності	0,88
Тяговий ККД трактора	0,43
Максимальний тяговий ККД трактора	0,64
Коефіцієнт завантаження двигуна трактора	0,56

Кінематичні характеристики МТА та робочої ділянки

Мінімальний радіус повороту агрегату, м:

$$R_0 = B_k, \quad (2.16)$$

де B_k – конструктивна ширина (м) захвату РМУ–8000, $B_k=12$ м;

Дійсний радіус повороту агрегату залежить від мінімального радіусу повороту та швидкості під час повороту:

$$R = k_R \times R_0, \quad (2.17)$$

де k_R – коефіцієнт швидкісного режиму повороту, визначається за формулою:

$$k_R = 0,165 \times V_{px} + 0,075, \quad (2.18)$$

$$k_R = 0,165 \times 11,31 + 0,075 = 1,9$$

$$R = 1,9 \times 12 = 22,8 \text{ м.}$$

Довжина виїзду агрегату, м:

$$e = l_a = (0,25 \dots 0,75)(l_{tr} + l_m), \quad (2.19)$$

$$e = 0,5 \cdot (1,3 + 6,8) = 4,1 \text{ м}$$

Основний спосіб руху під час внесення добрив - човниковий.

Ширину поворотної смуги (м) і довжину повороту (м) допускається визначати за спрощеними формулами:

$$E \approx 3 \times R + e; \quad (2.20)$$

$$E \approx 3 \times 25,2 + 1,1 = 76,7 \text{ м}$$

Як правило, ширина поворотної смуги при внесенні добрив, яка надалі відзначається на полі, має бути кратна робочій ширині захвату агрегату:

$$B_p = \beta \times B_k = 1 \times 12 = 12 \text{ м,}$$

де β – коефіцієнт використання конструктивної ширини захвату агрегату, приймається рівним 1,0.

Тому фактичну розрахункову ширину поворотних смуг уточнюємо згідно з наведеним вище правилом і під час використання в наступних розрахунках позначаємо E_f . Приймаємо $E_f = 84$ м.

Довжина повороту:

$$l_x = 6 \times R + 2 \times e, \quad (2.21)$$

$$l_x = 6 \times 25,2 + 2 \cdot 1,1 = 153,4 \text{ м.}$$

Робоча ділянка для посадки човниковим способом руху має такі кінематичні характеристики:

- довжина $L=1000$ м і ширина $B = 4000$ м ділянки;
- ширина E_{ϕ} поворотної смуги;
- робоча довжина $L_p=L - 2 \cdot E_{\phi}= 832$ м;

Для роботи МТА робоча ділянка має бути попередньо підготовлена.

На схемі робочої ділянки відзначимо значком "•" місця заправки агрегатів добривами та вкажемо їхню кількість для заправки. Для цього попередньо визначається шлях (м), який проходить агрегат між двома заправками:

$$L_{\text{техн}} = \frac{10^4 \cdot Q_6}{B_p \cdot U}, \quad (2.22)$$

де U —норма внесення мінеральних добрив, $U = 550$ кг/га.

$$L_{\text{техн}} = \frac{10^4 \cdot 8000}{12 \cdot 550} = 12121,2 \text{ м}$$

Цілу кількість проходів між заправками визначаємо, виходячи з фактичної довжини гону (L_p) і шляху, що проходить агрегат між заправками, за формулою:

$$n_{\text{пр}} = L_{\text{техн}} / L_p \quad (2.23)$$

$$n_{\text{пр}} = 12121,2 / 832 = 14,6$$

Отриманий результат округляємо до найближчого меншого цілого числа ($n_{\text{пр}} = 14$), визначаємо кількість насіння (кг) у місцях заправки:

$$Q_m = \frac{n_{\text{пр}}^{\text{окр}} \cdot L_p \cdot B_p \cdot U}{10^4}, \quad (2.24)$$

$$Q_m = \frac{14 \cdot 832 \cdot 12 \cdot 550}{10^4} = 7687,7 \text{ кг}$$

і фактичне значення запасу ходу (м):

$$L_{\text{техн}} = n_{\text{пр}} \cdot L_p \quad (2.25)$$

$$L_{\text{техн}} = 14 \cdot 832 = 11648 \text{ м}$$

Витрати часу на холостий рух агрегату характеризуються коефіцієнтом робочих ходів φ і коефіцієнтом поворотів $\tau_{\text{пов}}$. Якщо ділянка прямокутної форми,

то:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + l_x}, \quad (2.26)$$

$$\varphi = \frac{832}{832 + 153,4} = 0,84$$

$$\tau_{\text{пов}} = \frac{1 - \varphi}{\varphi}, \quad (2.27)$$

$$\tau_{\text{пов}} = \frac{1 - 0,84}{0,84} = 0,2$$

Баланс часу зміни

Нормовані витрати часу:

на щозмінне технічне обслуговування $T_{\text{ЕТО}} = 0,14$ год;

на підготовку до переїзду на початку і наприкінці зміни $T_{\text{пп}} = 3 \text{ хв} = 0,05$ год;

на переїзд на початку і наприкінці зміни $T_{\text{пнк}} = 26 \text{ хв} = 0,43$ год;

на отримання наряду і здачу робіт $T_{\text{пнз}} = 4 \text{ хв} = 0,07$ год;

на фізіологічні потреби $T_{\text{ф}} = (0,03 \dots 0,05) T_{\text{СМ}} = 0,04 \cdot 7 = 0,28$ год;

час зміни $T_{\text{СМ}} = 7$ год.

Підготовчо-заклучний час (год) розраховується за формулою:

$$T_{\text{п.з}} = T_{\text{ЕТО}} + T_{\text{пп}} + T_{\text{п.нк}} + T_{\text{пнз}}. \quad (2.28)$$

$$T_{\text{п.з}} = 0,14 + 0,05 + 0,43 + 0,07 = 0,69 \text{ ч}$$

Витрати часу на переїзди з ділянки на ділянку протягом зміни приймаються $T_{\text{пер}} = 0$, тому що площа поля не менше денного виробітку агрегату.

Позациклові нормовані витрати часу, год:

$$T_{\text{в.ц}} = T_{\text{п.з}} + T_{\text{ф}} + T_{\text{пер}}. \quad (2.29)$$

$$T_{\text{в.ц}} = 0,69 + 0,28 + 0 = 0,97 \text{ год.}$$

Тривалість кінематичного циклу (год) визначається за формулою:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{р.ц}} + t_{\text{х.ц}} + t_{\text{техн.ц}} = \frac{2 \cdot L'_p}{1000 \cdot V_p} + \frac{2 \cdot l_x}{1000 \cdot V_x} + \frac{2 \cdot L'_p}{L_{\text{техн.ф}}} \cdot t_0 \quad (2.30)$$

де t_0 - тривалість (год) однієї технологічної зупинки агрегату;

$$t_0 = 7 \text{ хв} = 0,12 \text{ год};$$

$t_{\text{х.ц}}$ – час холостого ходу за кінематичний цикл, год;

$t_{\text{р.ц}}$ – чистий час роботи за кінематичний цикл, год;

$t_{\text{техн.ц}}$ – час на технологічне обслуговування агрегату (заправку бункерів),

що припадає на один кінематичний цикл, год.

$$t_{\text{ц}} = \frac{2 \cdot 832}{1000 \cdot 10,32} + \frac{2 \cdot 153,4}{1000 \cdot 11,31} + \frac{2 \cdot 832}{11648} \cdot 0,12 = 0,205 \text{ год}$$

Кількість кінематичних циклів за зміну розраховується за залежністю:

$$n_{\text{ц}} = \frac{T_{\text{см}} - T_{\text{в.ц}}}{t_{\text{ц}}}, \quad (2.31)$$

$$n_{\text{ц}} = \frac{7 - 0,97}{0,205} = 29,4$$

і округлюється до найближчого меншого цілого, $n_{\text{ц}} = 29$.

Чистий час роботи за зміну, год:

$$T_{\text{р}} = n_{\text{ц}} \times t_{\text{ц}}, \quad (2.32)$$

$$T_{\text{р}} = 29 \times 0,205 = 5,95 \text{ год}$$

Витрати часу на холостий хід у загоні протягом зміни, год:

$$t_{\text{х.ц}} = \frac{2 \cdot l_{\text{х}}}{1000 \cdot V_{\text{х}}} = \frac{2 \cdot 153,4}{1000 \cdot 11,31} = 0,027 \text{ год}$$

Загальний час холостого ходу за зміну, год:

$$T_{\text{х}} = n_{\text{ц}} \times t_{\text{х.ц}}, \quad (2.33)$$

$$T_{\text{х}} = 29 \times 0,027 = 0,783 \text{ год.}$$

Время остановок с работающим двигателем за смену, год:

$$T_0 = T_{\text{см}} - (T_{\text{р}} + T_{\text{х}}), \quad (2.34)$$

$$T_0 = 7 - (5,95 + 0,783) = 0,267 \text{ год.}$$

Коефіцієнт використання часу зміни дорівнює:

$$\tau_{\text{см}} = \frac{T_{\text{р}}}{T_{\text{см}}}, \quad (2.35)$$

$$\tau_{\text{см}} = \frac{5,95}{7} = 0,85$$

Експлуатаційні та енергетичні характеристики МТА

Годинна технічна (га/год) і змінна технічна (га/см) продуктивності агрегату визначається за формулами:

$$W_{\text{ч}} = 0,1 \times V_p \times B_p \times \tau_{\text{см}}, \quad (2.36)$$

$$W_{\text{ч}} = 0,1 \times 10,32 \times 29 \times 0,84 = 25 \text{ га/год}$$

$$W_{\text{см}} = W_{\text{ч}} \times T_{\text{см}}, \quad (2.37)$$

$$W_{\text{см}} = 25 \times 7 = 175 \text{ га/см}$$

Витрата палива за нормозміну (кг/см) розраховується за залежністю:

$$Q_{\text{см}} = G_{\text{тр}} \times T_{\text{тр}} + G_{\text{т.х}} \times T_{\text{т.х}} + G_{\text{т.0}} \times T_0, \quad (2.38)$$

$$Q_{\text{см}} = 43,7 \times 5,95 + 7,9 \times 0,88 + 1,2 \times 0,267 = 267,3 \text{ кг/см.}$$

Гектарна витрата палива (кг/га):

$$Q_{\text{га}} = Q_{\text{см}} / W_{\text{см}}, \quad (2.39)$$

$$Q_{\text{га}} = 267,3 / 175 = 1,5 \text{ кг/га}$$

Витрати праці на одиницю обсягу робіт (чол.-год/га):

$$\text{прямі} \quad z_{\text{тр}}^{\text{прям}} = \frac{n_{\text{м}}}{W_{\text{ч}}} = \frac{1}{25} = 0,04 \text{ чел.} \cdot \text{ч/га}$$

$$\text{загальні} \quad z_{\text{тр}}^{\text{заг}} = \frac{n_{\text{м}} + n_{\text{в.р}}}{W_{\text{ч}}} = \frac{1 + 0}{25} = 0,04 \text{ чол.} \cdot \text{год/га}$$

де $n_{\text{м}}$ и $n_{\text{в.р}}$ – кількість механізаторів і допоміжних робітників, які обслуговують МТА.

Узгодження роботи агрегатів

Транспортний агрегат БЕЛАРУС-1221+ ТЗУ-9 має такі характеристики:

Місткість кузова $Q = 9000 \text{ кг}$;

Робоча швидкість $V_p = 22 \text{ км/год}$;

Продуктивність вивантажувального шнека $W_{\text{ТЗУ-9}} = 45 \text{ т/год.}$

Визначимо час обороту транспортного агрегату:

$$t_{06} = t_{\text{загр}} + t_{\text{движ}} + nt_0, \quad (2.40)$$

де $t_{\text{загр}}$ – час завантаження насінням на складі, год;

$t_{\text{движ}}$ – час руху, год;

n – число завантажень.

$$t_{\text{загр}} = Q_p / W_{\text{П-10}} + t_{\text{дп}}, \quad (2.41)$$

де Q_p – необхідна кількість матеріалу на одну заправку, т ($Q_p = 8$ т);

$W_{\text{ТЗУ-9}}$ – продуктивність завантажувача ($W_{\text{ТЗУ-9}} = 45$ т/год);

$t_{\text{дп}}$ – час, пов'язаний із простоями, зі зважуваннями тощо., ($t_{\text{дп}} = 0,1$ год).

Тоді:

$$t_{\text{загр}} = 8 / 45 + 0,1 = 0,27 \text{ год}$$

$$t_{\text{движ}} = 2 S / v_p, \quad (2.42)$$

де S – відстань перевезення, км ($S = 2$ км).

$$t_{\text{движ}} = 2 \times 2 / 22 = 0,18 \text{ год}$$

Тоді:

$$t_{\text{об}} = 0,27 + 0,18 + 1 \times 0,12 = 0,57 \text{ год}$$

Визначимо кількість транспортних агрегатів

$$N_{\text{тр}} = t_{\text{об}} / t_{\text{ц}}, \quad (2.43)$$

$$N_{\text{тр}} = 0,57 / 0,205 = 2,8$$

Приймаємо 3 транспортні агрегати.

Контроль якості під час внесення мінеральних добрив.

Контроль і оцінку якості внесення мінеральних добрив проводять по кожному агрегату окремо. Враховують такі показники: дозу і рівномірність внесення; стикування суміжних проходів і обробку поворотних смуг; наявність просипаних добрив на полі й особливо в місцях заправки. Результати визначаються в балах (табл. 2.3.).

Таблиця 2.3 – Контроль якості

Контрольована ознака	Норма	Допустиме відхилення	Метод оцінювання якості
Вміст частинок понад 5 мм при дробленні та просіюванні, %	До 5	5	Просіяти на ситах розміром комірок 5 мм і зважити
Відхилення від заданої норми висіву, %	Розрахункова	10	Визначення фактичної норми внесення за площею за одне завантаження машини
Поперечна нерівномірність за шириною захвату, %	До 7	7	Визначення за допомогою листів розміром 0,5×0,5 м, установлених симетрично впоперек руху агрегату

Висновки по розділу

В другому розділ кваліфікаційної роботи розроблено операційно-технологічну карту.

РОЗДІЛ 3

КОНСТРУКТОРСЬКА РОЗРОБКА

3.1. Обґрунтування конструкторської розробки

Транспортувальник-завантажувач призначений для транспортування мінеральних добрив із центрального складу господарства до місця роботи розкидачів і перевантаження їх у технологічні засоби внесення. У разі встановлення відцентрового адаптера може бути використаний як машина для внесення основних доз твердих мінеральних добрив. Агрегатується з тракторами класу 2 і 3.

Застосовується у всіх зонах України на всіх типах ґрунтів.

Не призначений для роботи в гірських районах. Вид кліматичного виконання У1 по ДСТУ.

Зважаючи на відсутність спеціалізованих засобів транспортування і завантаження мінеральних добрив у нашій країні переважає така технологічна схема:

завантажувальними засобами загального призначення мінеральні добрива завантажуються в кузови автомобілів (самосвальних і бортових) ГАЗ і ЗІЛ, а також у тракторні причепи і транспортуються до місця їх внесення. Вручну добрива з кузова транспортувальника перевантажуються (зазвичай двома працівниками) в навісні розкидачі, що під'їжджають.

Така схема завантаження призводить, по-перше, до великих трудовитрат і малої продуктивності завантаження, по-друге, до небажаного контакту людей із добривами, по-третє, призводить до зниження продуктивності машин для внесення та, як наслідок, - до порушення агровиробництва проведення робіт.

3.2. Огляд наявних машин і робочих органів

За часів Радянського Союзу були розроблені і випускалися в невеликих кількостях різні спеціалізовані машини для виконання цих операцій. АП-7 (рис. 2.1), розроблений проектно-технологічним інститутом "Сільгосппроект", призначений для доставки в закритих ємностях і перевантаження без втрат мінеральних добрив у кузов розкидача. Він складається з шасі автомобіля УРАЛ-377 і знімного самоскидного обладнання, що містить два бункери з кришками, гідропривод, опорний пристрій, який слугує для стабілізації автомобіля під час перекидання бункера.

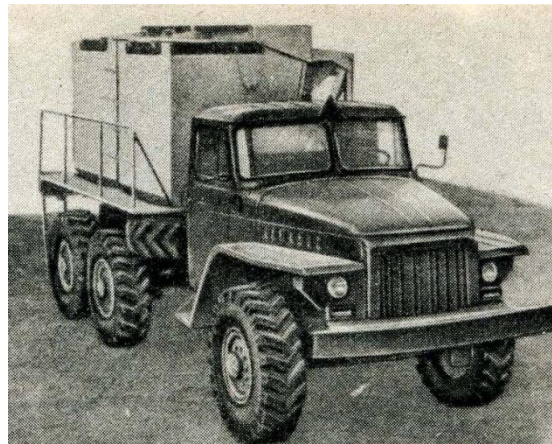


Рис. 3.1. Транспортер-перевантажувач АП-7

Вантажопідйомність АП-7 становить 6 т, вантажна висота - 3,27 м, загальна вага – 9,5 т.

Застосування транспортувальника-перевантажувача дало змогу знизити прямі витрати при внесенні добрив розкидачем МВУ-8 у 2,2 раза (у цінах 1980 року). Однак, застосування АП-7 можливе тільки для завантаження причіпних розкидачів добрив, з ємністю бункера не менше 4 м³.

У середині 80-х до початку 90-х років 20 століття випускали завантажувач сівалок автомобільний ЗАУ-3 (рис. 3.2), призначений для транспортування і завантаження насіння, мінеральних добрив у сівалки та інші транспортні засоби, а також для змішування мінеральних добрив двох-трьох видів. Може бути використаний для вивезення зерна від комбайнів, на внутрішньогосподарських перевезеннях зерна, мінеральних добрив. Складається з рами з двома поздовжніми стрічковими транспортерами, кузова з двома

співвісними поздовжніми перегородками, вібратора у вигляді гребінки, поперечного і похилого шнеків, механізмами приводу робочих органів і управління заслінками. Агрегатується з автомобілем ГАЗ-53. Обслуговують водій і два заправники. Вантажопідйомність 3 т, місткість бункера - 3,95 м³, навантажувальна висота - 2,07 м.

Основними вузлами СЗУ-20 є рама з поздовжнім транспортером, бункер, розділений на три частини двома рухомими перегородками, шнековий поворотний транспортер, механізм приводу і механізм управління. Привід робочих органів від ВВП трактора, класу 1,4Т, агрегатованого зі змішувачем-завантажувачем.

Вантажопідйомність змішувача-завантажувача - 3 т, завантажувальна висота 1,87 м, обслуговують двоє робітників.

Недоліки: мала вантажопідйомність і завантажувальна висота, великі трудовитрати.

Завантажувачі ЗМУ-8 (рис. 3.2) і ЗСА-7 (рис. 3.3) на шасі автомобіля ЗІЛ-133ГЯ випускалися ПТО "Ташкентський тракторний завод". Вони призначені для транспортування твердих мінеральних добрив на край поля і завантаження їх у причіпні та самохідні машини для внесення добрив.

З кузова мінеральні добрива шнеками подаються на похилий складаний транспортер і далі в бункери машин для внесення. Керування робочими органами здійснюється з пульта керування, розташованого в кабіні автомобіля. Вантажопідйомність 8 т. Максимальна висота навантаження 3 м. Нині не виробляють ні шасі, ні завантажувач. Недолік - демонтаж завантажувача з шасі дуже трудомісткий і в реальних умовах практично не проводиться, що значно знижувало завантаження енергозасобу.



Рис. 3.2. Завантажувач машин для внесення мінеральних добрив ЗМУ-8



Рис. 3.3. Завантажувач сівалок автомобільний ЗСА-7

Наразі в Україні виробляється завантажувач насіння шнековий навісний ЗШН-20 (рис. 2.4), який призначений для завантаження насіння і гранульованих добрив. Навішується на платформу автомобіля

ГАЗ-САЗ-53Б, ГАЗ-3507, ГАЗ-4509, а також на платформу тракторного причепа 2ПТС-4 (замість заднього борту). Привід шнека гідравлічний від гідросистеми автомобіля або трактора. Висота навантаження - 2,1 м. Обслуговує 1 людина (водій). Продуктивність (основного часу) - 15...25 т/год.



Рис. 3.4. Завантажувач насіннєвошнековий навісний ЗШН-20.

Аналогічно цьому завантажувачу виробляється завантажувач зерна автомобільний ЗАЗ-1 (рис. 3.5), призначений для механізованого завантаження зерном сільських агрегатів безпосередньо в полі. Агрегатується (монтується) з автомобілем ГАЗ-53Б і складається зі змінного заднього борту, шнека з приводним гідромотором і елементів гідрообладнання. Висота навантаження - 1,6 м. Обслуговує - 1 людина (водій). Продуктивність (основного часу) - 6,6 т/год.

Під час використання завантажувача ЗАЗ-1 на завантаженні гранульованих мінеральних добрив відбувається зміна гранулометричного складу в бік зменшення розміру гранул (дроблення), причому - значна.



Рис. 3.5. Завантажувач сівалок автомобільний ЗАЗ-1

Тому використання завантажувача ЗАЗ-1 на цій роботі недостатньо доцільне внаслідок низької продуктивності завантаження і подрібнення гранул добрив шнеком малого діаметра.

Провідні зарубіжні фірми з виробництва машин для застосування добрив йдуть шляхом застосування причіпних, агрегованих із тракторами різного тягового класу, спеціалізованих машин для доставки в поле туків і завантаження ними розкидачів добрив. У всіх відомих конструкцій застосовуються шнекові транспортери великого діаметру, що дозволяють отримувати на завантаженні достатню продуктивність і мати при цьому мінімальне пошкодження робочого матеріалу.

Практично всі машини - подвійного призначення, тобто, крім використання на транспортуванні та завантаженні мінеральних добрив, передбачено застосування їх на роботі з іншими сільськогосподарськими вантажами (відвезення зерна від комбайнів з вивантаженням його на току, транспортування і вивантаження інших сипучих матеріалів).

Фірмою "Perard" (Німеччина) випускаються чотири види спеціалізованих транспортувальників-завантажувачів (рис.3.6, 3.7): TTR-12, TTR-18, TTR-24, TTR-36, вантажопідйомністю відповідно 12, 16, 24 і 34 тонни, що мають кузови великої місткості, встановлені на одно-, дво- і тривісних ходових візках.



Рис. 3.6. Транспортувальник-завантажувач TTR-18



Рис. 3.7. Транспортувальник- завантажувач TTR-18

Завантаження добрив або зерна здійснюється похилим шнеком $\varnothing$ 400 мм, вивантаження з кузова і подача матеріалу до завантажувального шнека здійснюється горизонтальним шнеком, розміщеним у днищі кузова вздовж його поздовжньої осі (рис. 3.8).

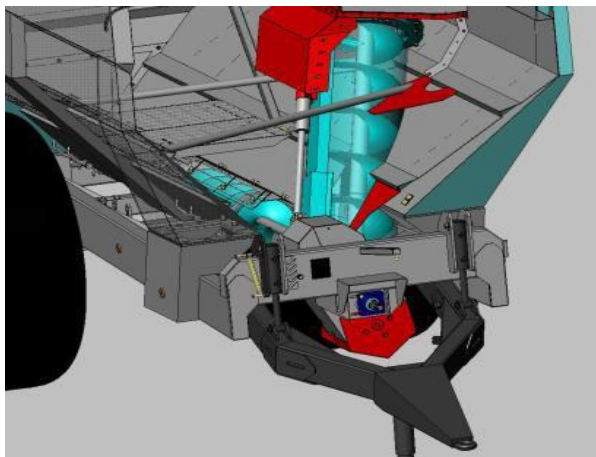


Рис. 3.8. Транспортувальник-завантажувач TTR-18. Вид на шнеки: горизонтальний і похилий

Привід шнеків - від ВВП трактора. Висота навантаження від 2 до 4,7 метра. Регулюється похилим шнеком, що складається з трьох частин - забірною, проміжною і навантажувальною. Маса порожнього транспортувальника залежно від вантажопідйомності становить - 4200 кг (16 т), 6400 кг (24 т), 8500 кг (34 т).

У Німеччині фірмою "Gustrowor" випускається транспортувальник-завантажувач GTU 27 (рис. 2.9), вантажопідйомністю 25 т, максимальною висотою завантаження 4,3 м, будову машини аналогічно до будови

транспортувальників фірми "Perard". Привід шнеків - від ВВП трактора. Призначення - те саме. Висота занурення регулюється нахилом навантажувального шнека за допомогою гідроциліндрів.



Рис. 3.9. Транспортувальник-завантажувач GTU27



Рис. 3.10. Напівпричіп-перевантажувач зерна FlieglVarioULW 20

Напівпричепи-перевантажувачі зерна FlieglVarioULW 20 фірми "FlieglMaschinenbauGmbH" (Німеччина) (рис. 3.10) призначено для збирання зерна від трьох-чотирьох комбайнів у полі з подальшим вивантаженням зерна в транспортні засоби, а також для транспортування та завантаження мінеральними добривами машин для їх внесення. Вантажопідйомність від 12 до 21 т. Продуктивність шнека від 380 до 450 т/год, висота навантаження (максимальна) - від 3,65 до 4,3 м (не регулюється). Агрегатується з тракторами тягового класу 3-4. Пристрій аналогічний вищенаведеним машинам.



Рис. 3.11. Транспортувальники-перевантажувачі Hawe ULW 1200 і Hawe ULW 3000



Рис. 3.12. Транспортувальник-перевантажувач FortunaK 80/3S

Транспортувальники-перевантажувачі Hawe ULW 1200 (3000) фірми Hawe-WesterGmbH&Co.KG (Німеччина) (рис. 3.11) мають те саме призначення, що й машини попередніх фірм. Вантажопідйомність від 6 т (Hawe ULW 1200), до 20 т (Hawe ULW 3000), робочі органи - шнеки великого діаметра.

Машини фірм Fortuna Fahrzeugbau GmbH (рис. 3.12), BergmanGmbH&CoKg (рис. 2.13), HorschMaschinenGmbH (рис. 3.14), призначені для тих самих цілей, що і всі вищевказані транспортувальники-перевантажувачі, з відмінністю лише за вантажопідйомністю та вартістю. Пристрій у всіх представлених машин ґрунтується на одному принципі - колісний хід із кузовом великої вантажопідйомності, поздовжній шнек у днищі кузова і навантажувальний похилий шнек великого діаметру (високої продуктивності), привід шнеків - від ВВП трактора.



Рис. 3.13. Транспортувальник-перевантажувач BergmanGTW 21



Рис. 3.14. Транспортувальник-перевантажувач HorschUW 160

Вартість (залежно від вантажопідйомності) - від 20 тис. до 60 тис. € (євро).

Наведений огляд вітчизняних і зарубіжних машин, що використовуються для транспортування та завантаження мінеральних добрив у машини для їхнього внесення, засвідчує тенденцію переходу спеціалізованих машин для транспортування й завантаження зерна та добрив малої вантажопідйомності та продуктивності до поділу функцій цих машин, відповідно різних пристроїв і машин для завантаження сівалок зерном і добрива та окремо машин великої вантажопідйомності для транспортування й завантаження мінеральних добрив, машин для внесення й транспортування зерна й добрива, а також машин для транспортування мінеральних добрив.

Конструювання машин для обслуговування сівалок іде за двома напрямками:

1. Створення спеціалізованих машин для завантаження сівалок зерном і добривами невеликої вантажопідйомності (з огляду на малий обсяг зернотукових ящиків)

2. Розробка швидкознімних пристроїв на самоскидні платформи (автомобільні та тракторні) для завантаження зерна.

Для завантаження машин із внесення добрив чітко проглядається тенденція створення причіпних (напівпричіпних) спеціалізованих машин великої вантажопідйомності, навантажувальних механізмів, з можливістю регулювання висоти навантаження в широкому діапазоні (від 2 до 4,5 м).

Навантажувальні механізми, здебільшого, у всіх названих машин - виконані у вигляді шнекових транспортерів, застосування яких зумовлене компактністю, працездатністю на різних матеріалах, простотою влаштування і високою надійністю.

Ці переваги ставлять їх на перше місце порівняно з іншими транспортувальними механізмами (скребковими, стрічковими, ланцюговими, ланцюжково-шайбовими тощо).

Виходячи з усього вищесказаного, для умов України найраціональнішою видається схема напівпричіпної машини, що охоплює кузов із поздовжнім шнеком у днищі, який подає добриво або зерно до поперечного шнекового транспортера. Поперечний шнековий транспортер переміщує матеріал до похилого шнека, який здійснює завантаження.

Розробка такої великовантажної машини має на меті:

1. Зниження матеріальних витрат на виконання операцій із внесення добрив, особливо під час весняно-літнього підживлення сільськогосподарських культур;

2. Зменшення витрат ручної праці;

3. Підвищення продуктивності машин і скорочення термінів внесення мінеральних добрив.

З огляду на актуальність та економічну доцільність застосування змішаних добрив, доцільно транспортувальнику-завантажувачу надати, крім того, функцію змішувача хоча б двох видів мінеральних добрив.

3.3. Опис роботи, будови та робочого процесу ТЗУ-9

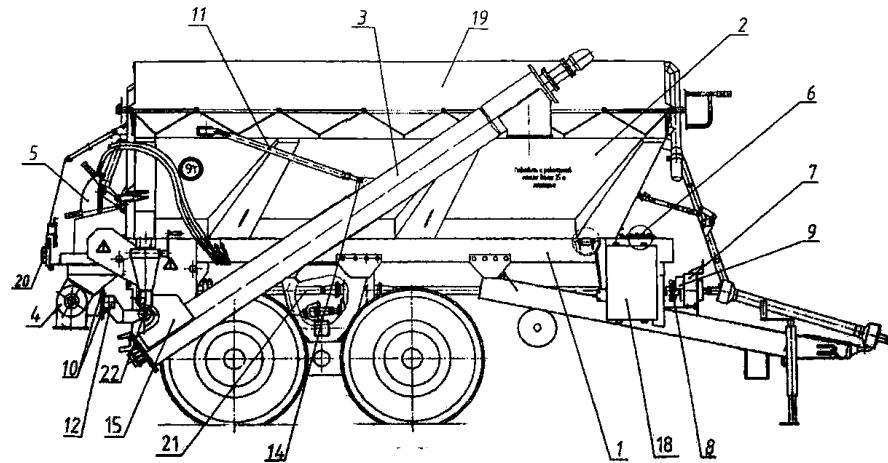
Транспортувальник-завантажувач мінеральних добрив ТЗУ-9 призначений для транспортування твердих мінеральних добрив зі складських приміщень на поле і завантаження добрив у розкидачі. У разі встановлення додаткового обладнання може бути використаний як розкидач мінеральних добрив.

Транспортувальник-завантажувач, відповідно до рис. 3.15, складається з таких основних частин: шасі 1 на колісному ході "тандем", кузова 2, конвеєра похилого 3, конвеєра горизонтального 4, механізму дозувального 5, конвеєра донного 6, трансмісії 21, гідросистеми 17, талрепа 11 та електроустаткування 20.

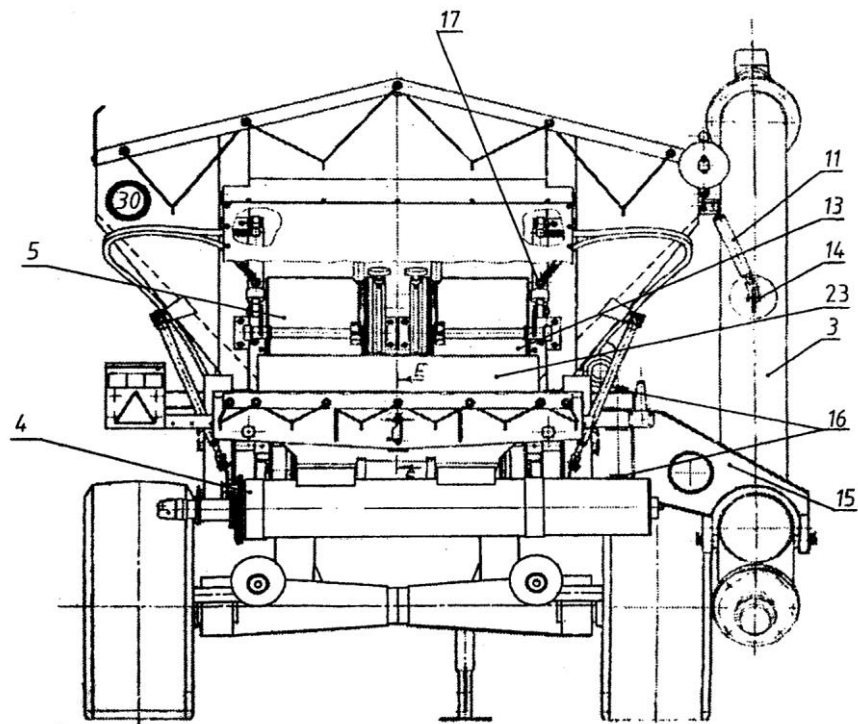
Шасі, призначене для монтажу основних складальних одиниць транспортувальника-завантажувача, відповідно до рис. 2.18, являє собою складальну конструкцію, що складається з рами 1, колісного ходу 2 "тандем" з колесами 3, гальмівної системи 4.

Рама призначена для кріплення на ній кузова (рис. 3.15), конвеєрів горизонтального 4, похилого 3 і донного 6, трансмісії 21, гідросистеми 17 і електрообладнання 20. Являє собою зварену несучу конструкцію, що складається з двох поздовжніх лонжеронів коробчастого профілю, з'єднаних поперечинами і балками. У передній частині рами приварено V-подібне дишло 5 зі зчіпною петлею 6 і опорою стоянковою 7.

Крім того, після демонтажу конвеєрів горизонтального і похилого, і монтажу на раму обладнання для внесення мінеральних добрив транспортувальник-завантажувач може використовуватися як розкидач мінеральних добрив.



а) вид збоку: 1 – шасі; 2 - кузов; 3 – похилий конвеєр; 5 – механізм дозувальний; 6 – донні конвеєри; 7 – редуктор циліндричний; 8 – муфта ланцюгова; 9 – насос масляний; 11 – талреп; 12 – балка горизонтальна; 18 – бак гідросистеми; 19 – тент; 20 – електрообладнання; 21 – трансмісія; 22 – вісь



б) вид ззаду: 4 – горизонтальний конвеєр; 13 – вивантажувальне вікно бункера; 14 – палець; 15 – кронштейн поворотний; 16 – вісь; 17 – гідросистема; 23 – тукоприймач

Рис. 3.15. Схема транспортувальника-завантажувача добрив

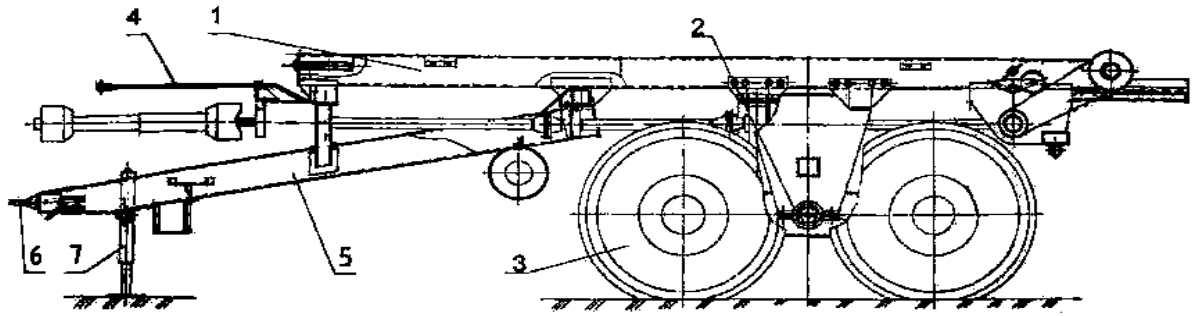


Рис. 3.16. Шасі: 1 – рама; 2 – колісний хід; 3 – колесо; 4 – гальмівна система; 5 – дишло; 6 – зчіпна петля; 7 – опора стоянкова

Кузов призначений для короточасного зберігання твердих мінеральних добрив і являє собою зварену конструкцію, що складається з днища, переднього і бічних бортів. Кузов встановлюється на рамі шасі. У верхній частині кузова встановлено сітку для відокремлення великих включень під час завантаження добрив.

Днище кузова виконано з корозійностійкої сталі і має профільні канавки, якими рухаються ланцюги донних конвеєрів.

Конвеєри донні - ланцюжково-планчасті, кожен з яких складається з двох круглоланкових ланцюгів, з'єднаних між собою за допомогою зварювання скребками. Призначені для подачі добрив із кузова в завантажувальні горловини горизонтального конвеєра або в туконаправники обладнання для внесення мінеральних добрив.

Механізм дозувальний встановлений на задньому борту кузова і складається відповідно до рис. 3.17 із заслінки 1 і приводу з фіксатором 4. Привід переміщення заслінки 1 складається з рукоятки 2, тяги 6, з'єднаної із заслінкою 1. Фіксація заслінки в необхідному положенні здійснюється фіксатором 4. Заслінка призначена для налаштування транспортувальника-завантажувача на дозу внесення. Регулюючи вручну.

Перед механізмом дозувальним у спеціальних напрямних встановлено шибер 8.

Під час роботи транспортувальника-завантажувача за основним призначенням (завантаження добрив) заслінки 1 за допомогою рукояток 2

переводяться в максимально відкрите положення. Шибер 8 з'єднаний з гідроциліндром 5, який піднімає або опускає шибер.

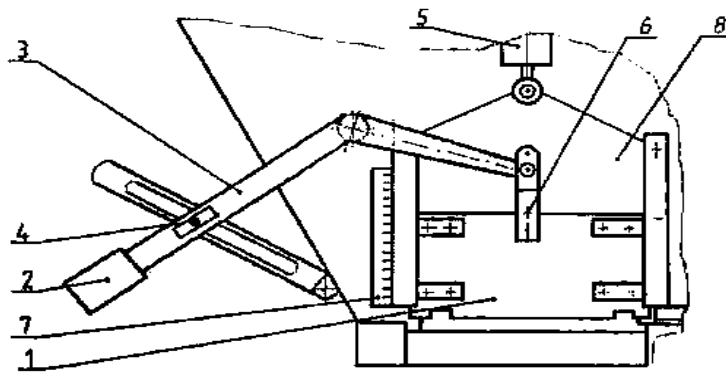


Рис. 3.17. Механізм дозувальний: 1 – заслінка; 2 – рукоятка; 3 – важіль; 4 – фіксатор; 5 – гідроциліндр; 6 – тяга; 7 – лінійка; 8 – шибер

Трансмсія призначена для приводу донних конвеєрів і масляного насоса гідросистеми.

Гідросистема служить для приводу конвеєрів горизонтального і похилого, переведення похилого конвеєра з робочого в транспортне положення, підйому й опускання шибера.

Привід горизонтального і похилого конвеєрів здійснюється гідромоторами.

Конвеєр горизонтальний призначений для приймання добрив, що подаються донним конвеєром і транспортування їх до похилого конвеєра. Складається відповідно до рис. 3.18 з кожуха 1, шнека 5, двох підшипникових опор 3 і приводу. Привід шнека здійснюється від гідромотора 4 за допомогою муфти.

Кожух шнека являє собою зварену трубу з двома завантажувальними горловинами 2, до лівого (за ходом руху) торця якої кріпиться муфта з гідромотором 4, а інший виконаний відкритим (вивантажувальне вікно 6) для вивантаження добрив у похилий конвеєр.

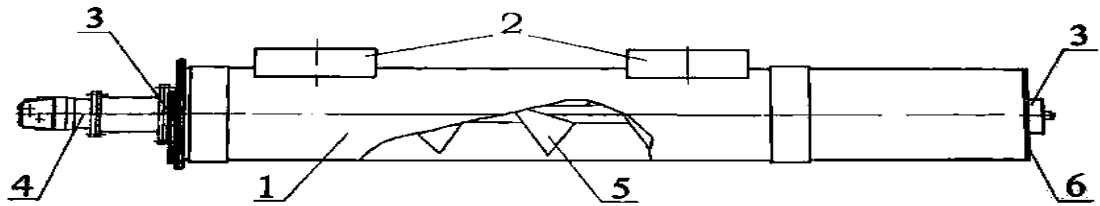


Рис. 3.18. Конвеєр горизонтальний: 1 – кожух; 2 – завантажувальна горловина; 3 – підшипникові опори; 4 – гідромотор; 5 – шнек; 6 – вивантажувальне вікно

Конвеєр похилий призначений для транспортування добрив, що надходять у його приймальну горловину з горизонтального конвеєра і завантаження ними навісних розкидачів добрив. Складається, відповідно до рис. 3.19, з кожуха 1, шнека 2, що обертається на двох підшипникових опорах, і приводу. Привід похилого конвеєра від гідромотора 5, за допомогою муфти.

До вивантажувального вікна кріпиться направляючий кожух, виготовлений із прогумованої тканини.

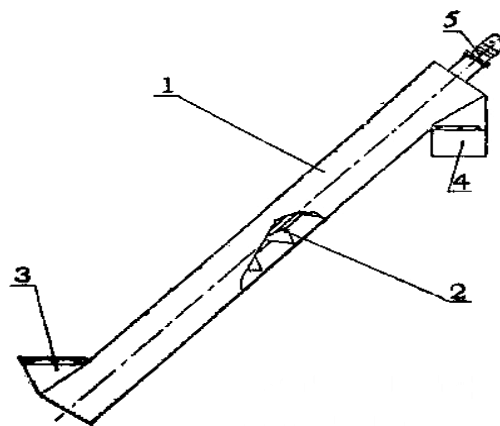


Рис. 3.19. Похилий конвеєр: 1 – кожух; 2 – шнек; 3 – приймальна горловина; 4 – вивантажувальне вікно; 5 – привід.

Під час установлення похилого конвеєра в робоче положення приймальна горловина похилого конвеєра розташовується нижче вивантажувального вікна горизонтального конвеєра. Добрива, що висипаються з вивантажувального вікна горизонтального конвеєра, потрапляють у приймальну горловину похилого конвеєра, підхоплюються витками шнека похилого конвеєра і транспортуються вгору до вивантажувального вікна. Ущільнення між вивантажувальним вікном

горизонтального конвеєра і приймальною горловиною похилого конвеєра виконано з прогумованої тканини.

Фіксація похилого конвеєра в транспортному положенні здійснюється за допомогою пальця, що встановлюється в сумісні отвори кронштейнів, приварених до кожуха конвеєра і рами транспортувальника-завантажувача.

Переведення похилого конвеєра з транспортного положення в робоче і зворотне здійснюється за допомогою гідроциліндра, керованого з кабіни трактора.

Редуктор циліндричний 7 (рис. 3.15) має ведучий і ведений вали.

Ведучий вал - наскрізний із двома шліцьовими закінченнями. На передній кінець кріпиться карданний вал, задній кінець вала за допомогою муфти ланцюгової 8 з'єднаний з валом прийому потужності транспортувальника-завантажувача.

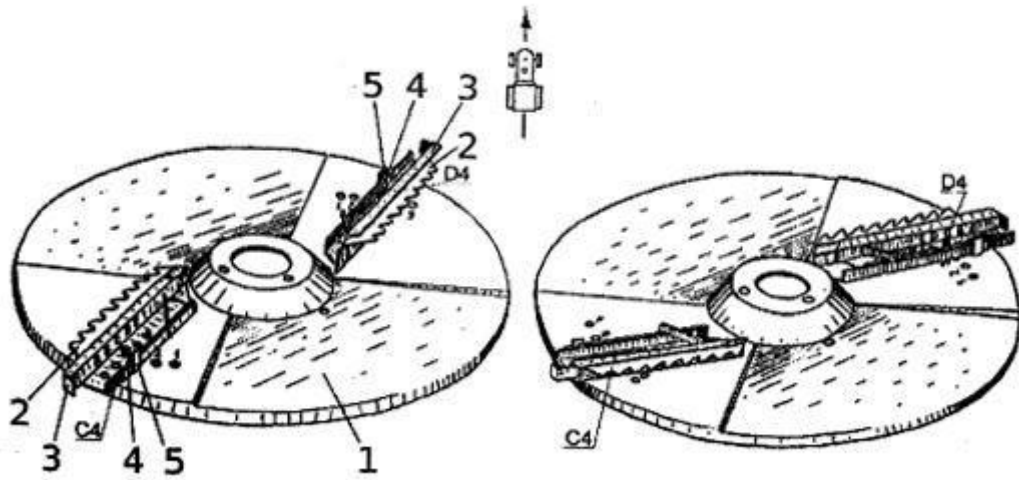
Крім того, ведений вал редуктора виконаний у вигляді шліцьової втулки для встановлення масляного насоса гідросистеми. Масляний насос 9 кріпиться до привалочної поверхні редуктора за допомогою шпильок.

Обладнання з тарілками призначене для поверхневого внесення твердих мінеральних добрив.

Встановлюється замість горизонтального і похилого конвеєрів.

Складається з приводу тарілок, двох тарілок лівої і правої, туконаправлячів, вала карданного і талрепа.

Тарілки відцентрового типу призначені для розсіювання добрив. Відповідно до рис. 3.20 вони складаються з диска 1 (тарілка права і ліва), двох напрямних 2, які мають можливість повертатися відносно точки кріплення і мають шість фіксованих положень. У кожену направляючу 2 встановлюється лопатка 3, яка має можливість переміщатися по направляючій і має п'ять фіксованих положень. Фіксація напрямних 2 і лопаток 3 здійснюється підпружиненим фіксатором 4.



1 – диск; 2 – напрямна; 3 – лопатка; 4 – фіксатор; 5 – упор

Рис. 3.20. Тарілки

Щоб уникнути зсуву лопатки 3 з направляючою 2 встановлено упор 5.

Крім того, для спрямування потоку добрив на тарілки, встановлюються туконаправлювачі, виконані з нержавіючої сталі. Туконаправники мають заводську установку і для внесення мінеральних добрив не регулюються.

Талреп призначений для утримання похилого конвеєра і регулювання кута його нахилу. Кут нахилу похилого конвеєра встановлюється виробником.

Електрообладнання змонтоване на шасі і складається з вилки штепсельної, джгута дротів, ліхтарів переднього і заднього, світловідбивачів (чотирьох жовтих бічних, двох червоних задніх і двох передніх білих).

Працює транспортувальник-завантажувач так. Добрива з кузова донними конвеєрами виносяться через відкриті вивантажувальні вікна задньої стінки бункера в завантажувальні горловини горизонтального конвеєра. Шнек, обертаючись, переміщує добрива до вивантажувального вікна, де вони висипаються в приймальну горловину похилого конвеєра, підхоплюються витками шнека похилого конвеєра і транспортуються до його вивантажувального вікна. Висипаючись через вивантажувальне вікно, добрива потрапляють у завантажуваний розкидач.

Під час встановлення обладнання для внесення мінеральних добрив робота відбувається таким чином. Добрива виносяться з кузова донними

конвеєрами через дозувальний пристрій (із заздалегідь встановленою за висотою заслінкою) у туконаправнику і далі потрапляють на тарілки. Тарілки, обертаючись, лопатками розкидають добрива по поверхні поля.

Технічна характеристика транспортувальника-завантажувача ТЗУ-9 наведена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічна характеристика ТЗУ-9

Найменування показника	Значення
1	2
Марка	ТЗУ-9
Тип	Напівпричіпна
Габаритні розміри, мм, не більше	
-у транспортному положенні:	2950
-ширина	3100
-висота	6200
-довжина	
-у робочому положенні:	
-ширина	6150
-висота	3450
-довжина	6200
-При внесенні добрив: у робочому та транспортному положенні:	
-ширина	2650
-висота	3050
-довжина	6450
Дорожній просвіт, мм, не менше, ніж	350
Висота завантажувальна (від опорної поверхні коліс), мм	2650
Висота навантаження добрив у розкидачі, мм, не менше, ніж	2700
Тиск у шинах, МПа	0,35
Робочий тиск у гідросистемі, МПа, не більше	16,0
Вантажопідйомність, кг	9000
Маса, кг, не більше	
-з обладнанням для завантаження добрив	4700
- з обладнанням для внесення добрив	4635
Транспортна швидкість, км/год	10-25
Робоча швидкість під час внесення мінеральних добрив, км/год	8-12
Робоча ширина захвату під час внесення мінеральних добрив, м	15-24
Продуктивність за 1 годину основного часу:	
-при завантаженні	45
-при транспортуванні на відстань 5 км і завантаженні трьох навісних розкидачів добрив вантажопідйомністю	19,9
розкидачів добрив вантажопідйомністю 1,5 т	
Продуктивність за 1 годину змінного часу на відстань 5 км і завантаженні трьох навісних розкидачів добрив	4,18
вантажопідйомністю 1,5 т	

Продуктивність за 1 годину експлуатаційного часу під час транспортування на відстань 5 км тирування на відстань 5 км і завантаження трьох навісних розкидачів	
добрих вантажопідйомністю 1,5 т	4,18
Коефіцієнт використання змінного часу на відстань 5 км і завантаженні трьох навісних розкидачів добрих вантажопідйомністю стью 1,5 т, не менше	0,21
Продуктивність за 1 годину основного часу при внесенні мінеральних добрив (за дози внесення 150 кг/га), га	24
Продуктивність за 1 годину змінного часу при внесенні мінеральних добрив	14,93
мінеральних добрив (при дозі внесення 150 кг/га), га	
Продуктивність за 1 годину експлуатаційного часу при внесенні мінеральних добрив (при дозі внесення 150 кг/га), га	14,82
мінеральних добрив (при дозі внесення 150 кг/га), га	0,4
Втрати мінеральних добрив під час завантаження, %, не більше	0,2
Залишок добрив у кузові після їх вивантаження, %, не більше	3
Дроблення гранул мінеральних добрив під час завантаження, %, не більше	150-1000 ±10
Діапазон доз внесення мінеральних добрив, кг/га	
Відхилення від заданої норми внесення добрив, %, не більше	
Нерівномірність розподілу добрив по поверхні поля, %, не більше	
- на робочій ширині захвату, не більше	±20

3.4. Конструктивний і технологічний розрахунок

Транспортувальник-завантажувач мінеральних добрив ТЗУ-9 призначений для одного або двох видів мінеральних добрив із центрального складу господарства в поле та змішування їх у процесі завантаження навісних розсіювачів.

Принципова схема ТЗУ-9 представлена на рис. 3.21. Він складається з: шасі на колісному ході 1; кузова для мінеральних добрив 2, розділеного надвоє частинами перегородкою 4, двох ланцюгово-пруткових живильних транспортерів 5, поперечно встановленого шнека-змішувача 3 і завантажувально-шнекового транспортера 6.

Працює машина таким чином. Після навантаження транспортувальника-завантажувача добривами на центральному складі господарства він переїжджає в поле до працюючих розсіювачів добрив. Завантажувальний шнековий

транспортёр 6 переводять у робоче положення. Розсіювач мінеральних добрив підїжджає так, щоб його бункер був розташований під вивантажувальною горловиною шнекового транспортёра 6. При увімкненні ВВП і вимкненої передачі КПП живильні транспортёри 5 подають добрива до дозувальних заслінок, установлених у необхідне положення. Далі добрива спрямовуються в поперечний шнек-змішувач 3, який змішує і подає їх у завантажувальну горловину похилого шнекового транспортёра 6. Витки шнека, захоплюючи добрива, транспортують їх до розвантажувальної горловини, звідки ті висипаються в бункер розсіювача.

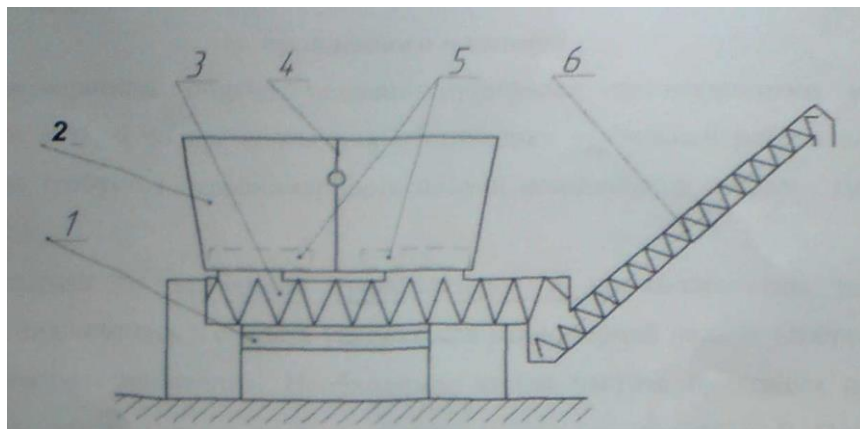


Рис. 3.21. Принципова схема ТЗУ-9: 1 – шасі; 2 – кузов; 3 – шнек-змішувач; 4 – перегородка; 5 – живильні транспортёри; 6 – завантажувальний шнековий транспортёр

Ефективність роботи транспортувальника-завантажувача значною мірою визначається узгодженістю роботи транспортёрів, що живлять, і шнека-змішувача. Якість змішування мінеральних добрив безпосередньо залежить від режиму подачі їх у шнек-змішувач. Досягти однорідного змішування можна тільки в тому випадку, якщо транспортёри, що живлять, будуть забезпечувати безперервне і рівномірне укладання матеріалу в шнек. Проведені дослідження процесу роботи транспортёрів як пристрої живлення кузовних машин для внесення мінеральних добрив, показали явно виражену циклічність подачі добрив.

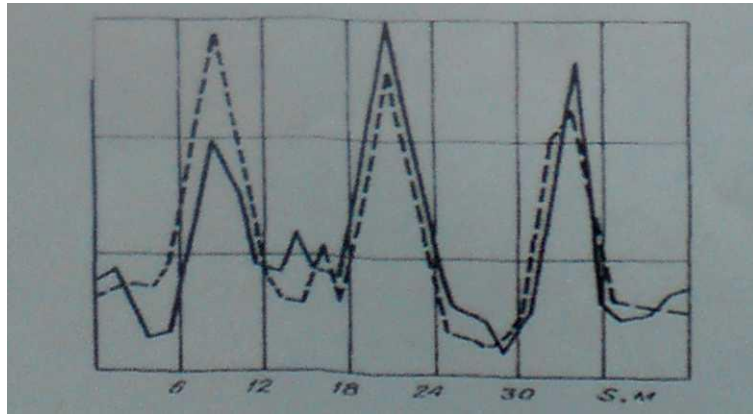


Рис. 3.22. Залежність величини подачі добрив від відстані, пройденої машиною

Нерівномірність подачі ланцюгово-прутковими транспортерами може сягати 50 %, тоді як для забезпечення стабільної роботи шнека-змішувача потрібна нерівномірність подачі компонентів не більше 10 %. Пов'язавши параметри живильних транспортерів і шнека-змішувача, вдасться згладити циклічність та створити умови для рівномірного подавання добрив і якісного змішування. Необхідно, щоб частота пульсації подачі матеріалу відповідала кроку прутків живильних транспортерів 5. При цьому порція (пік подачі) матеріалу під час сходження з транспортерів щоразу повинна заповнювати простір між двома сусідніми витками шнека (крок шнека) $S_{ш}$ (рис. 3.23).

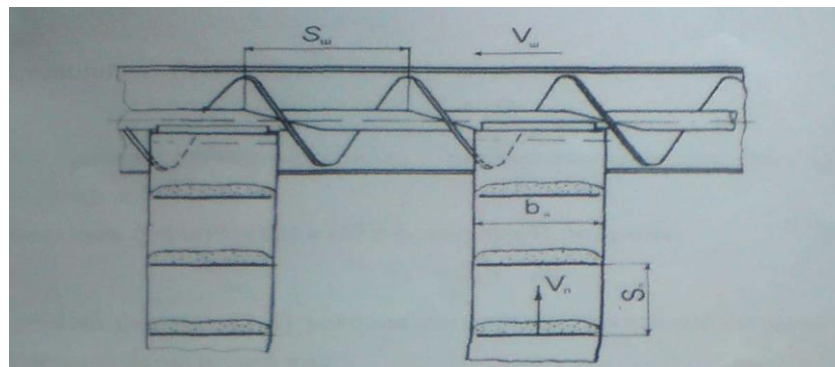


Рис. 3.23. Схема подачі матеріалу з живильних транспортерів у шнек-змішувач

Для забезпечення рівномірної та безперервної подачі добрив у шнек-змішувач два живильні транспортери повинні мати однакові конструктивні та режимні параметри і працювати синхронно.

Укладання порцій матеріалу живильними транспортерами в шнек буде забезпечуватися за такої умови:

$$t_n = T_n \quad (3.1)$$

де $t_{ш}$ - час, за який порція матеріалу, що надійшла з живильного транспортера зрушиться на відстань, що дорівнює кроку витків шнека $S_{ш}$, с;

T_n – час укладання однієї порції матеріалу в шнек, с.

$$t_{ш} = \frac{S_{ш}}{V_{ш}} \quad (3.2)$$

де $S_{ш}$ - крок шнека-змішувача, рекомендується приймати для кращого змішування рівним (0,3:0,6);

$V_{ш}$ – швидкість утворення гвинтової поверхні шнека-змішувача, м/с.

$$T_n = t_1 + t_2 \quad (3.3)$$

де t_1 – час переміщення живильного транспортера на відстань, що дорівнює кроку прутків, с;

t_2 – час падіння порції матеріалу в шнек-змішувач, с.

$$t_1 = \frac{S_n}{V_n} \quad (3.4)$$

де S_n – крок прутків живильного транспортера, м;

V_n – лінійна швидкість живильного транспортера, м/с.

$$t_2 = \frac{2h}{g} \quad (3.5)$$

де h – висота падіння матеріалу з живильного транспортера (до осі шнека-змішувача), м.;

Підставивши формули (3.4) і (3.5) у формулу (3.3) отримаємо:

$$T_n = \frac{S_n}{V_n} + \frac{2h}{g} \quad (3.6)$$

З урахуванням формул (3.2- 3.6) умова безперервного укладання порцій матеріалу в шнек набуде такого вигляду:

$$V_{ш} = \frac{S_n}{\frac{S_{ш}}{V_n} + \frac{2h}{g}} \quad (3.7)$$

Знаючи швидкість утворення гвинтової поверхні шнека-змішувача і крок прутків живильного транспортера, виражаємо V_n :

$$V_n = \frac{S_n}{\frac{S_{ш}}{V_{ш}} + \frac{2h}{g}} \quad (3.8)$$

За такої поступальної швидкості живильного транспортера умова (3.1) виконуватиметься, а отже, виконуватиметься умова безперервної та рівномірної подачі матеріалу з живильних транспортерів у шнек-змішувач.

Продуктивність шнека-змішувача і живильних транспортерів безпосередньо залежить від їхніх конструктивних параметрів і режимів роботи.

Продуктивність шнека-змішувача визначається за формулою:

$$Q_{ш} = 47 \cdot \varphi \cdot D^2 \cdot S_{ш} \cdot n \cdot \gamma \quad (3.9)$$

де φ - коефіцієнт заповнення шнека. За густини змішуваного матеріалу 1,2 т/м³ приймаємо $\varphi=0,5$;

D - діаметр шнека, м. Рекомендований діаметр шнека для транспортування мінеральних добрив – 250-300 мм;

n - частота обертання вала шнека, хв⁻¹;

γ - насипна густина матеріалу, що змішується, т/м³;

Тоді, частота обертання вала шнека, за якої забезпечуватиметься необхідна продуктивність $Q_{ш}$:

$$n = \frac{Q_{ш}}{47 \cdot \varphi \cdot D^2 \cdot S_{ш} \cdot n \cdot \gamma} \quad (3.10)$$

Продуктивність ланцюжково-пруткових живильних транспортерів визначається за такою формулою:

$$Q_n = 3,6 \cdot k_n \cdot \gamma \cdot B \cdot h_n \cdot V_n \quad (3.11)$$

де k_n - коефіцієнт продуктивності;

B – ширина транспортера, м;

h_n – висота потоку матеріалу (у нашому випадку висота відкриття заслінки дозатора), м.

За технологічними вимогами максимальна продуктивність шнека-змішувача повинна на 5% перевищувати максимальну продуктивність живильних транспортерів, тобто:

$$Q_m > Q_n \quad (3.12)$$

Наведемо приклад розрахунку узгодження параметрів живильних транспортерів і шнека-змішувача транспортувальника-завантажувача мінеральних добрив, задавшись конкретними значеннями.

Прийmemo: діаметр шнека-змішувача $-D = 0,25$ м,

Крокш нека $S_{ш} = 0,25$ м,

Крок прутків живильних транспортерів $S_n = 0,72$ м,

Висота падіння матеріалу з живильного транспортера $h = 0,5$ м,

Продуктивність шнека-змішувача $Q_{ш} = 36$ т/год.

1. Визначимо частоту обертання вала шнека, за якої буде забезпечуватиметься необхідна продуктивність $Q_{ш}$ (формула 3.10):

$$n = \frac{36}{47 \cdot 0,5 \cdot 0,25^2 \cdot 0,25 \cdot 1,2} = 81_{\text{мин}^{-1}}$$

2. Визначаємо швидкість утворення гвинтової поверхні шнека (формула 2.7):

$$V_{ш} = \frac{0,25 \cdot 81}{60} = 0,33 \text{ м/с}$$

3. Час, за який виток шнека пройде відстань, що дорівнює кроку (формула 2.2):

$$t_{ш} = \frac{0,25}{0,33} = 0,75 \text{ с}$$

4. Знаючи швидкість утворення гвинтової поверхні шнека і крок прутків живильника, визначимо поступальну швидкість живильного транспортера (формула 2.8):

$$V_{\text{ш}} = \frac{0,072}{\frac{0,25}{0,33} + \frac{2 \cdot 0,5}{9,81}} = 0,17 \text{ м/с}$$

5. Час укладання порції в шнек-змішувач (формула 2.6):

$$T_{\text{ш}} = \frac{0,25}{0,17} + \frac{2 \cdot 0,5}{9,81} = 0,75 \text{ с}$$

Таким чином, умова (2.1) $t_{\text{п}} = T_{\text{п}}$ виконується.

6. Визначимо продуктивність живильних транспортерів за поступальної швидкості $V_{\text{п}}$ (формула 2.11):

$$Q_{\text{п}} = 2 \cdot 3,6 \cdot 0,83 \cdot 1200 \cdot 0,3 \cdot 0,15 \cdot 0,17 = 38,5 \text{ т/год}$$

Умова (2.12) виконана, отже, розрахунок виконано правильно.

Висновки по розділу

Аналізуючи варіанти подачі ланцюжково-пругковими транспортерами матеріалу до шнека-змішувача, доходимо висновку, що нерівномірність розподілу компоненти в міжвиткових просторах шнека залежить від його діаметра, частоти обертання, кроку витків, а також кроку та швидкості руху живильних транспортерів. Параметри ланцюжково-пругкових живильних транспортерів необхідно узгодити з параметрами шнека-змішувача, таким чином, щоб за час переміщення прута живильного транспортера на відстань, що дорівнює кроку, шнек здійснював ціле число обертів. Ця умова забезпечить безперервне і рівномірне укладання змішуваних компонентів між витками шнека і, в кінцевому підсумку отримання якісних змішаних добрив.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі розроблена перспективна технологія та підібрано комплекс машин для вирощування озимої пшениці.

Аналізуючи варіанти подачі ланцюгово-прутковими транспортерами матеріалу до шнека-змішувача, доходимо висновку, що нерівномірність розподілу компоненти в міжвиткових просторах шнека залежить від його діаметра, частоти обертання, кроку витків, а також кроку і швидкості руху живильних транспортерів.

Параметри ланцюжково-пруткових живильних транспортерів узгоджено з параметрами шнека-змішувача, таким чином, щоб за час переміщення прута живильного транспортера на відстань, що дорівнює кроку, шнек робив ціле число обертів. Ця умова забезпечить безперервне і рівномірне укладання змішуваних компонентів між витками шнека і в кінцевому підсумку отримання якісних змішаних добрив.

Техніко-економічна оцінка розробленої машини показала, що знижується трудомісткість операції, підвищується продуктивність праці, знижуються питомі приведені витрати.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адамчук В. В. Автомобільна машина для внесення мінеральних добрив. Аграрна наука - виробництву. 1998. № 2. С. 28.
2. Адамчук В. В. Дослідження руху частинки технологічного матеріалу в повітряному середовищі в умовах вітру і супроводжуючого повітряного струменя. Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвідомч. темат. наук. зб. / ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2005. Вип. 89. С. 27 – 49.
3. Адамчук В. В. Завантажувач сівалок ЗПС-30. Аграрна наука – виробництву. 2002. № 4. С. 26.
4. Адамчук В. В., Кравчук В. І., Войтюк Д. Г., Мойсеєнко В. К. Техніка для землеробства майбутнього. Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвідомч. темат. наук. зб. / ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2002. Випуск 86. С. 20 - 32.
5. Адамчук В. В. Механіко - технологічні і технічні основи підвищення ефективності внесення твердих мінеральних добрив та хіммеліорантів : автореф. дис. канд. техн. наук / Національний аграрний університет. Київ, 2006. 40 с.
6. Адамчук В.В., Мойсеєнко В.К. Землеробство майбутнього і техніка для нього. Вісник аграрної науки. 2001. № 11. С. 55-60.
7. Адамчук В. В., Мойсеєнко В. К. Машина для розсівання мінеральних добрив МРД-4. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: зб. наук. пр. / УкрНДПВТ ім. Л.Погорілого. Дослідницьке, 2005. Вип. 8 (22): в 2-х кн. Кн.2. С. 209 - 219.
8. Адамчук В. В. Підсумки створення технологічних комплексів для застосування твердих мінеральних добрив і хіммеліорантів. Техніка АПК. 2000 . № 3. С. 10 - 12.

9. Вожик Ю. Г. Науково - технічні основи внесення твердих мінеральних добрив із використанням енергії стисненого повітря : автореф. дис. ... докт. техн. наук / ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2013. 40 с.

10. Войтюк Д. Г., Аніскевич Л. В., Волянський М. С. Перспективи впровадження в Україні системи точного землеробства. Механізація сільськогосподарського виробництва : зб. наук. пр. / Національний аграрний університет. Київ, 2002. Том XIII. С. 93 – 97.

11. Дядя В. М. Обґрунтування параметрів відцентрового робочого органа з активними лопатями машин для внесення мінеральних добрив : автореф. ... канд. техн. наук / Таврійська ДАТА. Мелітополь, 2003. 19 с.

12. Система точного землеробства : підручник / Л. В. Аніскевич [та ін.]; за ред. Л. В. Аніскевича. Київ, 2018. 556 с.

13. Ясенецький В., Шейченко В. Розкидачі мінеральних добрив для господарств усіх форм власності. Техніка АПК. 2002. № 12. С. 16 - 17.

14. V. Adamchuk, V. Bulgakov, Hr. Beloev, M. Korenko. Mineral fertilisation theory and working tools of fertiliser spreading machines. Sofia : Prof. Marin Drinov Publishing House of Bulgarian Academy of Sciences, 2017. 165 p.

15. Відцентровий розсівальний орган : пат. 61855 Україна : МКВ А 01 С 17/00 / В. В. Адамчук; ННЦ «ІМЕСГ»(Україна). № 2003098188; заявл. 02.09.03; опубл. 17.11.03, Бюл. № 11. 3 с.

16. Савченко С. В., Сторожук О. О. Огляд існуючих машин для внесення і транспортування мінеральних добрив. *Наукові читання–2023: матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики*. 19 квітня 2023 р. Житомир : Поліський національний університет, 2023. Т. 3. С. 118-126.

17. Савченко С.В., Сторожук О.О., Халимівський Я.О. Переобладнання ТЗУ-9 для внесення мінеральних добрив. *Збірник матеріалів ІХ Міжнародної науково-практичної конференції „Інноваційні технології в АПК”*. 7-8 червня 2023 року, м. Луцьк. С.